COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 NOVEMBRE 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Additions au Mémoire sur les unités complexes.* Note de M. L. Kronecker.

« Je voudrais généraliser et simplifier à la fois les considérations contenues dans la première Partie du Mémoire que j'ai communiqué à l'Académie, en janvier 1883.

» **1.** Désignons par $(x_{1\rho}, x_{2\rho}, \ldots, x_{k\rho})$ un système de valeurs des variables réelles $x_1, x_2, \ldots, x_k$, c'est-à-dire un point de la variété $k^{\text{ième}}(x_1, x_2, \ldots, x_k)$; on sait que l'on peut représenter ce point par la forme linéaire à coefficients indéterminés $u_1 x_{1\rho} + u_2 x_{2\rho} + \ldots + u_k x_{k\rho}$ (1).

» Prenons m points quelconques et partageons-les en g groupes arbitraires; un de ces groupes, au moins, en contiendra $\frac{m}{g} + p$, où $p \geqq 0$. Il n'est pas nécessaire que les points considérés soient tous différents, et, s'il

(1) *Crelle*, t. 92, p. 49.

y a des points identiques, il n'est pas nécessaire qu'ils fassent partie du même groupe.

» 2. En posant

$$x_\alpha = w' y'_\alpha + w' y''_\alpha + \ldots + w^{(n)} y^{(n)}_\alpha = (w, y_\alpha) \quad (\alpha = 1, 2, \ldots, k),$$

$y'_\alpha, y''_\alpha, \ldots, y^{(n)}_\alpha$ étant des quantités réelles déterminées et $w', w'', \ldots, w^{(n)}$ des variables réelles, à chaque point de la variété $n^{\text{ième}}(w', w'', \ldots, w^{(n)})$ correspond un point de la variété $k^{\text{ième}}$ $(x', x'', \ldots, x^{(k)})$. Si, pour fixer les m points $(\alpha_1, x_2, \ldots, x_k)$ du n° 1, nous fixons m points

$$(w'_\rho, w''_\rho, \ldots, w^{(n)}_\rho) \qquad (\rho = 1, 2, \ldots, m),$$

il y en aura $\frac{m}{g} + p$ tels que leurs correspondants $(x_{1\rho}, x_{2\rho}, \ldots, x_{k\rho})$ soient contenus dans un même groupe ([1]). Et si nous formons les m systèmes $(w'_\rho, w''_\rho, \ldots, w^{(n)}_\rho)$ en prenant t nombres entiers consécutifs pour chacun des n éléments du système $(w', w'', \ldots, w^{(n)})$, nous aurons $m = t^n$.

» 3. Si J_α désigne une quantité telle que la valeur de

$$w' y'_\alpha + w'' y''_\alpha + \ldots + w^{(n)} y^{(n)}_\alpha$$

reste comprise dans un intervalle J_α, lorsque chaque coefficient $w^{(k)}$ prend toutes les valeurs comprises dans un intervalle égal à l'unité, il est bien évident que les quantités $x_{\alpha 1}, x_{\alpha 2}, \ldots, x_{\alpha m}$ seront comprises dans un intervalle égal à tJ_α. Ces intervalles $tJ_1, tJ_2, \ldots, tJ_k$ déterminent un prismatoïde $P^{(k)}_t$ dans lequel sont situés les m points

$$(x_{1\rho}, x_{2\rho}, \ldots, x_{k\rho}) \qquad (\rho = 1, 2, \ldots, m).$$

» 4. Pour former les g groupes arbitraires du n° 1, partageons J_α en θ_α parties égales ([2]), par conséquent $P^{(k}_t$ en $\theta_1 \theta_2 \ldots \theta_k$ prismatoïdes partiels $\Pi^{(k)}_t$, et comprenons dans un même groupe tous les points situés dans un même prismatoïde $\Pi^{(k)}_t$. Nous aurons alors $g = \theta_1 \theta_2 \ldots \theta_k$, et, comme $m = t$, l'un au moins des prismatoïdes partiels contiendra un nombre de

---

([1]) Ce résultat nous conduit immédiatement à celui du n° 3 de mon Mémoire précédent, pour $g = t_1 t_2 \ldots t_\nu$. L'hypothèse du n° 1, relative aux quantités z, peut être omise sans que les développements des n°s 1, 2, 3 en soient affectés, pourvu que nous admettions, comme nous le faisons ici, des expressions $w' z' + w'' z'' + \ldots + w^{(n)} z^{(n)}$ dont les valeurs sont égales.

([2]) Quelques-uns des nombres θ_α peuvent être égaux à l'unité.

points

$$[(w_\rho, y_1), (w_\rho, y_2), \ldots, (w_\rho, y_k)]$$

égal à

$$\frac{t^n}{\theta_1 \theta_2 \ldots \theta_k} + p, \quad \text{où} \quad p \geqq 0.$$

» Le prismatoïde $P_t^{(k)}$ est limité, entre autres, par 2^{k-a} prismatoïdes de variété $a^{\text{ième}}$ $(x_1, x_2, \ldots, x_a)$. Pour chacun de ces prismatoïdes les quantités $x_{a+1}, \ldots, x_k$ ont des valeurs déterminées. Soit $P_t^{(a)}$ le prismatoïde pour lequel $x_{a+1} = \xi_{a+1}, \ldots, x_k = \xi_k$. A chaque point $(x_{1\rho}, x_{2\rho}, \ldots, x_{k\rho})$ de $P_t^{(k)}$ correspond un point $(x_{1\rho}, \ldots, x_{a\rho}, \xi_{a+1,\rho}, \ldots \xi_{k\rho})$ de $P_t^{(a)}$; donc au prismatoïde $\Pi_t^{(k)}$ correspond un prismatoïde $\Pi_t^{(a)}$, et $P_t^{(a)}$ est ainsi divisé en $\theta_1 \theta_2 \ldots \theta_a$ prismatoïdes $\Pi_t^{(a)}$.

» 5. Dans ce qui va suivre, nous considérerons des fonctions homogènes de dimension *un*, ne dépendant que des valeurs absolues de leurs arguments réels et n'étant jamais ni négatives ni infinies pour des valeurs finies de ces mêmes arguments, ne s'évanouissant d'ailleurs que si tous les arguments sont nuls, comme par exemple la valeur absolue de $\sqrt{x_1^2 + \ldots + x_k^2}$ ou encore de $\sqrt[4]{x_1^4 + \ldots + x_k^4}$. Nous désignerons par $D(x_1, x_2, \ldots, x_k)$ ces fonctions qui sont, en quelque sorte, *distantives* par rapport aux deux points $(x_1, \ldots, x_k)$ et $(0, \ldots, 0)$.

» Si Δ est la valeur maximum de $D(x_1 - x_1', \ldots, x_a - x_a', 0, \ldots, 0)$ pour deux points quelconques

$$(x_1, \ldots, x_a, \xi_{a+1}, \ldots, \xi_k) \text{ et } (x_1', \ldots, x_a', \xi_{a+1}, \ldots, \xi_k)$$

du prismatoïde $P_t^{(a)}$, nous aurons, en considérant deux points

$$(x_{1\rho}, \ldots, x_{a\rho}, \xi_{a+1}, \ldots, \xi_k) \text{ et } (x_{1\rho}', \ldots, x_{a\rho}', \xi_{a+1}, \ldots, \xi_k)$$

situés dans un même prismatoïde partiel $\Pi_t^{(a)}$ et en faisant usage de l'homogénéité de D, l'inégalité

$$D(x_{1\rho} - x_{1\rho}', \ldots, x_{a\rho} - x_{a\rho}', 0, \ldots, 0) \leqq \frac{\Delta}{\theta_a},$$

pourvu que nous choisissions $\theta_1 = \theta_2 = \ldots = \theta_a$. Et, si S_a est la valeur maximum de la fonction distantive D pour deux points quelconques du prismatoïde de variété $a^{\text{ième}}$ déterminé par les quantités $J_1, \ldots, J_a$ du n° 3, nous pourrons remplacer cette inégalité par la suivante :

$$D(x_{1\rho} - x_{1\rho}', \ldots, x_{a\rho} - x_{a\rho}', 0, \ldots, 0) \leqq \frac{t S_a}{\theta_a}.$$

» La différence $x_{\alpha\rho} - x'_{\alpha\rho}$ est, d'après le n° 2, une fonction homogène linéaire de $y'_\alpha, y''_\alpha, \ldots, y^{(n)}_\alpha$, à coefficients entiers, plus petits que t, en valeur absolue. Si donc nous écrivons

$$x_{\alpha\rho} - x'_{\alpha\rho} = c'_\rho y'_\alpha + c''_\rho y''_\alpha + \ldots + c^{(n)}_\rho y^{(n)}_\alpha = (c_\rho, y_\alpha),$$

l'inégalité précédente nous montre, en tenant compte des développements du n° 4, que nous pouvons toujours déterminer $\frac{t^n}{\theta_1\theta_2\ldots\theta_k} + p - 1$ systèmes d'entiers c, satisfaisant à la fois aux inégalités

$$|c'_\rho| < t; \quad |c''_\rho| < t; \quad \ldots; \quad |c^{(n)}_\rho| < t;$$
$$\mathrm{D}[(c_\rho, y_1), (c_\rho, y_2), \ldots, (c_\rho, y_a), 0, \ldots, 0] \leqq \frac{t\mathrm{S}_a}{\theta_a}.$$

Pour être certain qu'il y a de tels systèmes, c'est-à-dire que

$$\frac{t^n}{\theta_1\theta_2\ldots\theta_k} + p - 1 > 0,$$

il suffit de choisir les nombres $t, \theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_k$, de manière que

$$t^n > \theta_1\theta_2\ldots\theta_k.$$

» Si, au lieu d'une seule fonction distantive D, nous en avions considéré plusieurs, $\mathrm{D}', \mathrm{D}'', \ldots, \mathrm{D}^{(\nu)}$, rien ne serait changé aux développements précédents. Nous voyons donc immédiatement qu'il existe des entiers c plus petits que t, en valeur absolue, et tels que les valeurs des ν fonctions $\mathrm{D}', \mathrm{D}'', \ldots, \mathrm{D}^{(\nu)}$, dont les arguments sont (c_ρ, y_α), ne dépassent pas respectivement $\frac{t\mathrm{S}_a}{\theta_a}, \frac{t\mathrm{S}_b}{\theta_b}, \ldots$, a étant le nombre d'arguments différents de zéro de la fonction D', b étant le nombre d'arguments différents de zéro de la fonction D'', ...

» En particulier, lorsque les arguments de D', différents de zéro, sont $x_{a+1}, \ldots, x_{a+b}$, que ceux de D'' sont $x_{a+b+1}, \ldots, x_{a+b+c}$, et ainsi de suite, la somme $a + b + c + \ldots$ étant égale à k, nous sommes certains de pouvoir trouver des entiers c_ρ vérifiant les n inégalités

$$|c'_\rho| < t, \quad |c''_\rho| < t, \quad \ldots, \quad |c^{(n)}_\rho| < t,$$

ainsi que les ν inégalités

$$\mathrm{D}[(c_\rho, y_1), \ldots, (c_\rho, y_a), 0, \ldots, 0] \leqq \frac{t\mathrm{S}_a}{\theta_a},$$
$$\mathrm{D}[0, \ldots, 0, (c_\rho, y_{a+1}), \ldots, (c_\rho, y_{a+b}), 0, \ldots, 0] \leqq \frac{t\mathrm{S}_b}{\theta_b},$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

pourvu que $t^n > \theta_1 \theta_2 \ldots \theta_k$. Puisque

$$\theta_1 = \theta_2 = \ldots = \theta_a; \quad \theta_{a+1} = \theta_{a+2} = \ldots = \theta_{a+b}; \quad \ldots,$$

en posant $\theta_a^a = t_1$, $\theta_{a+b}^b = t_2$, ..., la condition précédente devient

$$t^n > t_1 t_2 \ldots t_\nu.$$

» Le résultat que nous venons d'obtenir est plus général que celui du n° 5 du Mémoire déjà cité; il lui est identique lorsque chacun des entiers a, b, ... est égal à 1 ou 2, et que les fonctions distantives D′, D″, ..., $D^{(\nu)}$ expriment vraiment la distance des points dont elles dépendent. Cette dernière condition est, d'ailleurs, inutile lorsqu'un seul des arguments de D est différent de zéro, car, dans ce cas, D se réduit toujours à la valeur absolue de son unique argument.

» 6. En substituant les expressions $c'y'_\alpha + \ldots + c^{(n)} y_\alpha^{(n)}$ aux arguments $x_\alpha - x'_\alpha$ des fonctions distantives D, ces dernières deviennent des fonctions déterminées de c', c'', ..., $c^{(n)}$; nous les désignerons par Δ', Δ'', ..., $\Delta^{(\nu)}$. Les considérations qui précèdent nous donnent le moyen de résoudre approximativement, par des systèmes d'entiers, les ν équations

$$\Delta' = 0, \quad \Delta'' = 0, \quad \ldots, \quad \Delta^{(\nu)} = 0.$$

» En effet, pour $\theta_a = t^{1+\sigma_1}$, $\theta_b = t^{1+\sigma_2}$, ... ([1]), la condition $t^n > t_1 t_2 \ldots t_\nu$ devient

$$a(1+\sigma_1) + b(1+\sigma_2) + \ldots < n \quad \text{ou bien} \quad a\sigma_1 + b\sigma_2 + \ldots < n - k;$$

et, en substituant aux arguments c les nombres c_ρ, nous avons

$$\Delta' \leqq t^{-\sigma_1} S_a, \quad \Delta'' \leqq t^{-\sigma_2} S_b, \quad \ldots.$$

» Donc, pour que n soit plus grand que k et que nous prenions pour σ_1, σ_2, ... des quantités positives, vérifiant l'inégalité

$$a\sigma_1 + b\sigma_2 + \ldots < n - k,$$

les valeurs de Δ', Δ'', ... pourront être rendues aussi petites que l'on veut, en choisissant le nombre t suffisamment grand. On voit aussi que, en augmentant t, on obtient de nouveaux systèmes $(c'_\rho, c''_\rho, \ldots, c_\rho^{(n)})$ vérifiant simultanément, avec une approximation de plus en plus grande, les ν équa-

---

([1]) Comparez n° 9 de mon Mémoire *Sur les unités complexes*.

tions $\Delta = 0$, à moins qu'il n'y ait un système $(c'_\rho, c''_\rho, \ldots, c^{(n)}_\rho)$ les vérifiant absolument.

» Remarquons que l'on peut considérer la résolution approximative des ν équations $\Delta = 0$ comme une résolution approximative des k équations linéaires $(c, y_\alpha) = 0$, telles que les fonctions distantives $D', D'', \ldots, D^{(\nu)}$ des petites valeurs de (c, y_α) deviennent elles-mêmes petites d'un ordre déterminé par $\sigma_1, \sigma_2, \ldots, \sigma_\nu$.

» 7. Dans le cas particulier du Mémoire plusieurs fois cité, nous obtenons ainsi une résolution approximative des équations du n° 7 :

$$c' z'_\alpha + c'' z''_\alpha + \ldots + c^{(n)} z^{(n)}_\alpha = 0 \qquad (\alpha = 1, \ldots, x),$$

en posant $y_\alpha = z_\alpha$ lorsque la fonction D est égale à $|(c, y_\alpha)|$ et $y_\alpha + i y_\beta = z_\alpha$, $y_\alpha - i y_\beta = z_\beta$ lorsqu'elle est égale à $|(c, y_\alpha) + i(c, y_\beta)|$; k est alors égal à λ. L'approximation est alors telle que la valeur absolue des nombres c reste plus petite que t et que les valeurs absolues des expressions (c, z_α) sont de l'ordre $t^{-\sigma_\alpha}$. Il faut remarquer que si z_α et z_β sont des imaginaires conjuguées, on a $\sigma_\alpha = \sigma_\beta$.

» Nous avons, dans le n° 7, choisi tous les σ égaux, donc $b = \frac{n}{\lambda} - 1$; en d'autres termes, nous avons considéré le cas où l'approximation de toutes les équations est de l'ordre $t^{1-\frac{n}{\lambda}}$.

» Dans ce même numéro, nous avons passé de la résolution approximative des équations à coefficients entiers $(c, z_\alpha) = 0$ à celle des équations à coefficients rationnels $z'_\alpha + \gamma'' z''_\alpha + \gamma^{(n)} z^{(n)}_\alpha = 0$. L'ordre d'approximation de cette dernière équation est $t^{-\frac{n}{\lambda}}$, à condition toutefois que l'un au moins des coefficients c, celui par lequel nous divisons (c, z_α), soit vraiment d'ordre t. Nous avons omis de parler de cette condition. Pour qu'elle soit satisfaite, il est nécessaire et suffisant que l'approximation donnée par les coefficients c soit la meilleure possible.

» En effet, si, dans une certaine approximation, le plus grand des coefficients c est de l'ordre t^ρ, où $\rho \leqq 1$, tandis que (c, z_α) est de l'ordre $t^{-\sigma_\alpha}$, nous avons aussi, en écrivant t au lieu de t^ρ, une approximation de l'ordre $t_1^{\frac{\sigma_\alpha}{\rho}}$, le plus grand des coefficients c étant de l'ordre t_1. Si ρ est plus petit que *un*, il y a donc une approximation meilleure que $t^{-\sigma_\alpha}$, et inversement, si nous savons qu'il n'y a pas de meilleure approximation que $t^{-\sigma_\alpha}$, nous pouvons en conclure que $\rho = 1$, c'est-à-dire que l'un au moins des

coefficients c, qui sont, par hypothèse, plus petits que t, atteint l'ordre de t.

» Nous avons indiqué, dans les n[os] 7 et 8, les cas où la méthode suivie nous donne sûrement la meilleure approximation possible.

» Nous avons ensuite appliqué les résultats obtenus à la réduction approximative d'une équation $F(z) = 0$ de degré n. Nous avons montré que l'on obtient la meilleure approximation possible lorsque l'équation réduite est choisie de degré $(n - 1)$. Alors, comme nous venons de le voir, l'un au moins des coefficients c_ρ, par exemple $c_\rho^{(h)}$, est nécessairement de l'ordre t; si donc c'_ρ était d'un ordre moindre, le quotient $\frac{c_\rho^{(h)}}{c'_\rho}$ croîtrait indéfiniment avec t, ce qui est impossible lorsque l'équation $\Phi(z) = 0$ doit être vérifiée approximativement par $(n - 1)$ des racines de $F(z) = 0$. Donc, pour $\lambda = n - 1$, nous pourrons passer de l'équation réduite

$$c_\rho z^{n-1} + \ldots + c_\rho^{(n)} = 0$$

à l'équation $\Phi(z) = \overset{\circ}{0}$, où le coefficient de la plus haute puissance de z est égal à l'unité. Il faut nous restreindre à ce cas $\lambda = n - 1$, parce que, pour $\lambda < n - 1$, il pourrait arriver que c'_ρ fût d'un ordre inférieur à t.

» Il résulte de ce qui précède qu'il faut chercher à faire la réduction approximative d'une équation de degré n par une équation de degré $(n - 1)$ à coefficients réels, vérifiée approximativement par $(n - 1)$ des racines de l'équation donnée. »

M. le Colonel **Perrier** offre à l'Académie, de la part de M. le Ministre de la Guerre, la quatrième livraison de la Carte d'Afrique à l'échelle du $\frac{1}{2000000}$, exécutée au Dépôt de la Guerre par le capitaine de Lannoy.

Cette livraison comprend six feuilles dénommées :

34. Libreville,
35. Inguimma,
39. San Salvador,
40. Ounianzinge,
43. Saint-Paul de Loanda,
44. Kabébé,

embrassant toute la région du Congo.

M. Perrier dépose sur le Bureau trois assemblages de la même Carte, correspondant aux régions du Niger, du Congo et du Cap, qui pourront être consultés utilement par les représentants de la France et des pays étrangers, au prochain Congrès de Berlin où vont être débattues les questions relatives à l'Afrique occidentale.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

NAVIGATION AÉRIENNE. — *Note sur l'aérostat dirigeable de MM.* Renard *et* Krebs; par M. Hervé Mangon.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

« Je suis heureux de pouvoir informer l'Académie que MM. les capitaines Renard et Krebs viennent d'exécuter avec un plein succès, dans la même journée, deux nouvelles ascensions à l'aide de leur ballon dirigeable.

» L'aérostat s'est élevé samedi dernier, 8 novembre, à midi un quart, de l'atelier de Chalais-Meudon. Il s'est dirigé en ligne droite vers le nord inclinant à l'est. Il a traversé le chemin de fer, un peu au-dessus de la station de Meudon, puis les deux bras de la Seine légèrement en aval des ponts de Billancourt. Arrivés au-dessus du village de ce nom, MM. Renard et Krebs ont arrêté l'hélice pendant un instant pour mesurer la vitesse du vent. Dans cette première partie du voyage, le vent soufflait à raison de 8^{km} à l'heure, le navire aérien marchait contre le vent avec une vitesse absolue de 23^{km} à l'heure et, par conséquent, avec une vitesse effective de 15^{km}.

» L'hélice ayant été remise en mouvement, le ballon gouvernant à droite a décrit au-dessus de Billancourt un demi-cercle de 160^{m} de diamètre environ, puis a suivi une trajectoire parallèle à la première, pour venir atterrir sur la pelouse d'où il était parti.

» Vers 3^{h}, le même jour, le ballon s'est élevé de nouveau. La brume qui couvrait les plateaux empêchait de voir à plus de 1^{km} et ne permettait pas de s'éloigner sans courir le risque de perdre de vue le point d'atterrissement. MM. Renard et Krebs, dans ce second voyage, se sont donc bornés à exécuter autour de l'atelier de nombreuses manœuvres avec vent debout, vent de côté et vent arrière. Tantôt arrêtant l'hélice pour se laisser entraîner, tantôt la remettant en mouvement et reprenant immédiatement leur route, pour revenir, après trente-cinq minutes d'expérience, redescendre au point de départ.

» Ainsi que j'avais eu l'honneur de le dire devant l'Académie, quelques jours après la mémorable ascension du 9 août, le problème de la direction des ballons est aujourd'hui *pratiquement résolu*. Les plus sceptiques ne

peuvent plus élever un doute. La France possède dès aujourd'hui un petit navire de l'air; elle fera construire, dès qu'elle le voudra, le vaisseau de ligne de l'océan aérien. »

M. F. Larroque soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur la grêle et les glaces atmosphériques.

(Commissaires : MM. Desains, Janssen, Cornu.)

M. P. Garrigou-Lagrange adresse, de Limoges, un Mémoire intitulé « Note sur l'Hygrométrie ».

(Renvoi au Concours du prix Jérôme Ponti.)

M. E. Cadoret adresse une Note sur les produits dérivés de l'écorce du chêne.

(Renvoi à l'examen de M. Fremy.)

M. Ch. Nodot adresse une Note relative à divers phénomènes optiques, observés à Bahia (Brésil) au moment du coucher du Soleil.

(Renvoi à l'examen de M. Cornu.)

MM. A. Ceci et E. Klebs adressent, par l'entremise de M. Pasteur, une Note sur l'étiologie du choléra asiatique.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Recueil de documents concernant l'application de la lumière électrique à l'éclairage des navires passant par le canal de Suez. (Présenté par M. de Lesseps.)

ASTRONOMIE. — *Observations (équatorial de 6 pouces Brunner de l'observatoire de Lyon), éléments et éphéméride de la comète Wolf;* par M. Gonnessiat.

Dates. 1884.	Temps moyen de Lyon.	✶-⋆. Δα.	Δδ.	Nombre de comp.	α app.	δ app.	⋆.
	h m s	s	′ ″		h m s	° ′ ″	
Oct. 25.....	8.22,12	+16,20	−10.11,8	20:20	21.56.45,01	+5.54.33,4	g′
28.....	7.34, 0	−22,51	+ 2. 8,3	20:20	22. 2.28,57	4.39. 9,4	h
30.....	8. 4, 3	+35,66	− 3.50,4	20:20	22.6. 32, 7	3.49.41,3	i′
Nov. 4.....	7.48,35	−33,29	− 1.23,5	20:20	22.17. 2,75	1.55.21,2	j′
5.....	8.14,37	+10,39	+ 0.49,8	20:20	22.19.16,21	1.33.29,5	k

	⋆′−⋆.		Nombre de comp.	⋆.	1884,0. α moy.	δ moy.	Autorités.
	m s	′ ″			h m s	° ′ ″	
g′−g...	+2. 5,32	−5.33,1	12:15	g	21.54.20,22	+6. 9.43,5	18 Pég. R., Y., Schj.
	»			h	22. 2.47,90	+4.36.26,7	9034 Schj.
i′−i....	+3.26,74	−4. 7,8	10:10	i	22. 2.27,08	+3.57. 5,2	1 obs. mér. Lyon.
j′−j....	−1.21,86	−7.45,8	8:12	j	22.18.54,66	+2. 3.58,0	Id.
	»			k	22.19. 2,53	+1.32. 7,0	Id.

» Les positions apparentes de la comète sont corrigées de la parallaxe.

» Des observations suivantes : 21 septembre, Dresden, Leipzig, Lund, Kiel [1]; 10 octobre, Marseille, Kiel, Bothkamp [2]; 4-5 novembre, Lyon, j'ai déduit pour éléments de l'orbite de cette comète :

T = nov. 17,75840 T. M. Paris

$$\left.\begin{aligned}\pi - \Omega &= 172^\circ.41'.31'',4\\ \Omega &= 206.17.51,6\\ i &= 25.19.13,0\end{aligned}\right\}\text{ moy. éq., 1884,0}$$

$$\varphi = 34.20.30,0$$
$$\log q = 0,196981$$
$$\mu = 517'',101$$

Représentation du lieu moyen : (O-C) $\Delta\lambda = -0'',6$, $\Delta\beta + 0'',2$

---

(1) Les comparaisons du 21 septembre sont toutes rapportées à l'étoile 41437 Lalande, dont j'ai adopté pour position moyenne 1884,0 : $\alpha = 21^h 13^m 57^s,43$, $\delta = 21^\circ 53' 23'',1$, résultant d'une observation méridienne faite à Kiel, et d'une autre faite à Lyon.

(2) D'après une observation méridienne faite à Lyon pour chacune des étoiles de comparaison du 10 octobre, j'ai corrigé ainsi les positions publiées : Marseille, $+0^s,86$, $-1'',9$; Kiel, $+0^s,04$, $+6'',0$; Bothkamp, $-0^s,20$, $-1'',8$.

» Les coordonnées rectilignes rapportées à l'équateur ont pour expressions :

$$x = [\bar{1},992061]\, r \sin(106^\circ.45'.45'',4 + v),$$
$$y = [\bar{1},999985]\, r \sin(\ 16.40.25,1 + v),$$
$$z = [\bar{1},277946]\, r \sin(104.17.11,3 + v).$$

» On en conclut l'éphéméride suivante pour minuit, temps moyen de Paris :

Dates 1884.		α app.	δ app.	log Δ.	I.
		h m s	° ′ ″		
Novembre	9	22.28.35,7	+ 0. 8.51	$\bar{1}$,9670	0,87
»	11	33.11,9	0.28.41	»	»
»	13	37.52,5	1. 4.12	$\bar{1}$,9786	0,83
»	15	42.37,3	1.37.42	»	»
»	17	47.25,8	2. 9.10	$\bar{1}$,9908	0,79
»	19	52.17,8	2.38.35	»	»
»	21	57.12,9	3. 6. 0	0,0035	0,74
»	23	23. 2.10,8	— 3.31.25	»	»
»	25	23. 7.11,1	— 3.54.52	0,0169	0,70
»	27	12.13,4	4.16.23	»	»
»	29	17.17,6	4.36. 0	0,0300	0,65
Décembre	1	22.23,3	4.53.47	»	»
»	3	27.30,3	5. 9.45	0,0435	0,61
»	5	32.38,0	5.33.59	»	»
»	7	37.46,7	5.36.29	0,0573	0,57
»	9	23.42.55,9	— 5.47.21	»	»

» L'intensité du 21 septembre est prise pour unité. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Wolf (1884), faites au cercle méridien de l'observatoire de Bordeaux;* par M. COURTY. (Transmises par M. G. Rayet.)

Date. 1884.		Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Distance apparente au pôle nord.	Log. fact. parallaxe.
		h m s	h m s	° ′ ″	
Octobre	19......	7.51.16,99	21.46. 2,03	81.23. 4,8	—$\bar{1}$,2838
	22......	7.44.39,67	21.51.13,27	82.45.27,5	—$\bar{1}$,2698
	23......	7.42.31,05	21.53. 0,86	83.12.21,4	—$\bar{1}$,2654
	25......	7.38.20,46	21.56.42,59	84. 5.12,2	—$\bar{1}$,2570
	30......	7.28.27,56	22. 6.30,92	86.10.10,5	—$\bar{1}$,2380
	31......	7.26.33,65	22. 8.33,26	86.33.52,2	—$\bar{1}$,2545
Novembre	1......	7.24.42,54	22.10.38,40	86.57.35,1	—$\bar{1}$,2311

» Les trois dernières observations ont été très difficiles, à cause de la présence de la Lune, qui rendait la comète extrêmement faible. »

ASTRONOMIE. — *Sur les sinuosités et les variations de courbure de la limite d'ombre pendant les éclipses de Lune*. Note du P. LAMEY.

« On attribue fréquemment aux aspérités et aux inégalités de courbure du sphéroïde terrestre les ondulations et renflements variables de la limite d'ombre dessinés sur la Lune lors d'une éclipse, sans avoir pourtant réussi jusqu'à ce jour à établir entre ces deux ordres de faits une corrélation bien évidente. Dans le but d'éclaircir cette question, j'ai relevé avec soin les sinuosités et variations de courbure que j'ai observées dans les éclipses de Lune du 11 avril 1865, du 3 septembre 1876 et du 4 octobre 1884. Les conclusions positives auxquelles je suis arrivé sont loin de confirmer cette ancienne interprétation ; je les discuterai dans une Note de quelque étendue, destinée à paraître prochainement, et dont les traits les plus saillants peuvent se résumer ainsi :

» 1. En assimilant à des arcs de cercle les courbes apparentes formées par l'intersection du globe lunaire avec le cône d'ombre de la Terre, j'ai trouvé que les rayons de ces cercles variaient considérablement, au moins de 2 à 1, alors que la Lune était entamée dans le rapport de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{3}$ de son rayon. Cette variation ne paraît pas progresser régulièrement, au fur et à mesure de l'entrée du satellite dans l'ombre, le rayon de l'arc de cercle se remettant à croître à l'approche de la région centrale du disque; c'est du moins ce qui résulte de plusieurs tracés obtenus dans la soirée du 4 octobre dernier, en profitant des éclaircies de courte durée que le ciel présentait à Grignon.

» 2. Ces grandes variations de courbure doivent être *principalement* attribuées à ce fait, que la silhouette de notre planète se projette sur une surface sphéroïdale, qui ne saurait être assimilée, au point de vue des apparences, à une surface plane perpendiculaire au rayon visuel. La plus simple expérience suffit du reste pour s'en convaincre.

» 3. Outre ces variations dans la courbure générale, la limite d'ombre et de lumière présente çà et là de petites sinuosités, qui persistent souvent pendant plusieurs minutes : elles ne peuvent être attribuées aux aspérités montagneuses de la Terre; car, lorsque l'on compare les variations de ces sinuosités avec les inégalités du sol lunaire sur lesquelles elles se projettent, on constate une corrélation évidente. Ainsi, dans la première phase

d'entrée d'une éclipse, les sinuosités convexes et proéminentes du côté de la lumière correspondent aux parties de la courbe d'ombre qui descendent une côte; ces mêmes sinuosités deviennent, au contraire, concaves et rentrantes, quand la courbe vient à monter une pente inclinée. Ce phénomène est surtout visible dans les régions très accidentées du sol, par exemple lorsque la ligne d'ombre traverse *mare crisium* et *mare serenitatis*. Les ondulations de l'ombre dénotent, au centre de ces vastes plaines, une grande dépression, tandis que les régions montagneuses avoisinantes montrent une surélévation concentrique très accentuée, eu égard au niveau moyen du sol lunaire. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation analogue à l'équation de Kummer.* Note de M. E. GOURSAT, présentée par M. Hermite.

« Étant données deux équations linéaires du second ordre à coefficients rationnels et à intégrales régulières,

$$\frac{d^2y}{dx^2} + p\frac{dy}{dx} + qy = 0, \tag{1}$$

$$\frac{d^2z}{dt^2} + P\frac{dz}{dt} + Qz = 0, \tag{2}$$

où p et q sont fonctions de x, P et Q fonctions de t, on sait qu'on peut toujours passer de l'une à l'autre en posant $y = \varpi z$, $x = \varphi(t)$, ϖ et $\varphi(t)$ étant des fonctions convenables de t. En particulier, la fonction $x = \varphi(t)$ est déterminée par l'équation différentielle du troisième ordre

$$\frac{x'''}{x'} - \frac{3}{2}\left(\frac{x''}{x'}\right)^2 + \left(2q - \frac{1}{2}p^2 - \frac{dp}{dx}\right)x'^2 = 2Q - \frac{1}{2}P^2 - \frac{dP}{dt}. \tag{3}$$

» L'équation de Kummer est un cas particulier de l'équation (3), que l'on obtient en supposant que les équations (1) et (2) se réduisent à deux équations hypergéométriques. Les cas où cette équation (3) admet pour intégrale une fonction rationnelle de la variable t présentent un intérêt particulier; car, dans ces cas, l'intégration de l'équation (2) se ramène à l'intégration de l'équation (1), ou inversement. On peut appliquer à l'étude de ces intégrales rationnelles les mêmes procédés dont je me suis déjà servi pour l'équation de Kummer (*Comptes rendus*, février et mars 1884), sans autre difficulté nouvelle que la complication des calculs.

» La recherche de ces intégrales se ramène évidemment au problème

suivant : *Etant donnée une équation à p points singuliers (non apparents), trouver toutes les fonctions rationnelles $\varphi(t)$, telles que, en faisant le changement de variable $x = \varphi(t)$ dans cette équation et en multipliant les intégrales par une fonction convenable de t, la nouvelle équation ait seulement q points singuliers non apparents.*

» Soient $a_1, a_2, \ldots, a_p$ les p points singuliers non apparents de l'équation (1); $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_q$ les q points singuliers non apparents de la nouvelle équation, et $\mu_1, \mu_2, \ldots, \mu_q$ les p nombres entiers positifs, supérieurs à l'unité, qui dépendent des coefficients de la première équation. En étudiant l'effet du changement de variable $x = \varphi(t)$ sur l'équation proposée, on reconnaît aisément que la fonction $\varphi(t)$ doit jouir des propriétés suivantes : l'ordre de multiplicité des racines de l'équation $\varphi(t) = a_i$ $(i = 1, 2, \ldots, p)$, qui n'ont aucune des valeurs $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_q$, doit être égal à μ_i ou à un multiple de μ_i. Ceci entraîne, pour la fonction $x = \varphi(t)$, $p - 1$ expressions de la forme suivante :

$$x - a_i = \frac{\Pi_i(\mathrm{P}_i)^{\mu_i}}{\Pi_p(\mathrm{P}_p)^{\mu_p}}, \tag{4}$$

en supposant $p = \infty$; Π_i désigne un produit de la forme $\prod_{k=1}^{k=q}(t - \alpha_k)^{r_i^k}$, et P_i un polynôme de degré n_i. Soient N_i le degré de Π_i et D le degré de $\varphi(t)$; on aura les relations

$$\mathrm{D} = \mathrm{N}_i + n_i\mu_i, \quad (i = 1, 2, \ldots, p), \tag{5}$$

auxquelles il faut joindre la relation

$$\sum_{i=1}^{i=p}(\mu_i - 1)n_i + \sum_{i=1}^{i=p}\mathrm{N}_i - q + \Delta = 2\mathrm{D} - 2 \tag{6}$$

et l'inégalité

$$\sum_{i=1}^{i=p}\mathrm{N}_i \geqq q. \tag{7}$$

» La formule (6) n'est autre chose que la formule de Riemann donnant le genre d'une courbe algébrique appliquée au cas particulier de la fonction t de x, définie par l'équation $x = \varphi(t)$. Les équations (5), (6), (7) contiennent, comme indéterminées, les nombres N_i, D, Δ et certains des nombres n_i, les autres devant être nuls, et les valeurs correspondantes du nombre μ_i étant arbitraires; Δ est un nombre entier positif ou nul dont

j'omets, pour abréger, la signification, et qui dépend du nombre des points singuliers apparents.

» A toute fonction rationnelle répondant à la question correspond une solution des équations précédentes en nombres entiers et positifs. Inversement, à tout système de solutions en nombres entiers et positifs des équations (5), (6), (7) correspondent, en général, une ou plusieurs fonctions rationnelles. En effet, imaginons que l'on veuille calculer $\varphi(t)$ d'après les identités (4); on aura en tout un nombre de coefficients arbitraires égal à

$$\sum_{i=1}^{i=p} n_i + p + q - 1,$$

et les identités (4) entraînent $(p-2)(D+1)$ équations de condition. Or l'équation (6) peut s'écrire, en tenant compte des équations (5),

$$\sum_{i=1}^{i=p} n_i + q + p - 1 = (p-2)(D+1) + \Delta + 3,$$

et l'on voit qu'on aura $\Delta + 3$ coefficients de plus que d'équations. On en déduira donc, en général, une fonction rationnelle répondant à la question et contenant $\Delta + 3$ paramètres arbitraires. Je considérerai toutes ces fonctions rationnelles comme formant un seul *type*. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les courbes algébriques planes de degré quelconque.* Note de M. **Maurice d'Ocagne**, présentée par M. Jordan.

« Tous les théorèmes relatifs aux surfaces algébriques, que nous avons donnés dans une Note présentée récemment à l'Académie, conduisent à autant de propriétés des courbes algébriques planes. Plusieurs d'entre eux se complètent, même d'une manière intéressante, comme nous le ferons voir prochainement. Nous demanderons la permission d'y joindre deux propositions sur les courbes algébriques planes, dont nous n'avons pas encore trouvé la généralisation pour les surfaces; cette généralisation semble difficile et ne manquerait pas d'intérêt.

» Le premier de ces théorèmes s'énonce ainsi :

» *Le centre de gravité des projections d'un point sur les asymptotes d'une courbe algébrique se confond avec le centre de gravité des projections du même point sur les cordes communes à cette courbe algébrique et à ce point considéré comme cercle de rayon nul.*

» Voici le second :

» *Si sur chacune des tangentes communes à une courbe algébrique et à un cercle quelconques, on prend, à partir du point de contact sur la courbe algébrique, un segment qui soit vu du centre du cercle sous un angle droit, le centre de gravité des secondes extrémités de tous ces segments se confond avec le centre du cercle.*

» Ces théorèmes conduisent à diverses conséquences que nous ne développerons pas ici.

» Nous terminerons par une remarque générale au sujet des théorèmes contenus dans cette Note et dans la précédente, remarque dont il est indispensable de tenir compte, si l'on ne veut pas s'exposer à de graves erreurs. Il faut, dans l'application de tous ces théorèmes, avoir égard aux points imaginaires, ou situés à l'infini, et à l'ordre de multiplicité de tous les points.

» Un exemple pour éclaircir cette remarque : si l'on applique le second des théorèmes ci-dessus en prenant une conique et un cercle se coupant en deux points réels, c'est-à-dire n'ayant que deux tangentes communes réelles, il faudra néanmoins tenir compte des deux tangentes imaginaires fournissant chacune un point imaginaire; le centre de gravité de ces deux derniers points est, en effet, un point réel qui, considéré comme point double et pris avec les deux points situés sur les tangentes réelles, détermine le centre de gravité auquel se rapporte le théorème. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les mouvements atomiques et moléculaires.* Note de M. M. **Langlois**, présentée par M. A. Cornu.

« Avant de procéder à des recherches de Physique et de Chimie expérimentales, j'ai été conduit, afin de me guider par des vues personnelles plus complètes que celles que je pouvais avoir par les auteurs sur la constitution des corps et les petits mouvements, à une théorie qui m'a permis de retrouver par le calcul un certain nombre de résultats d'expérience.

» Cette théorie, qui a spécialement pour objet les mouvements *atomiques* et *moléculaires,* diffère entièrement de la théorie actuelle qui suppose les molécules animées d'un mouvement rectiligne et à de grandes distances les unes des autres par rapport à leurs dimensions respectives.

» Pour ma part, je les suppose en contact les unes avec les autres, et je les définis de la façon suivante, au moins en ce qui concerne les gaz :

» Des sphères de matière éthérée, à la surface desquelles se meuvent les atomes suivant une circonférence de grand cercle.

» J'établis, dans ce cas, la formule suivante du mouvement

$$M\frac{v^2}{2} = \frac{4}{3}\varpi\rho^3 P g,$$

où M représente la masse moléculaire, v la vitesse de translation atomique à 0° par exemple, ρ le rayon moléculaire, P la pression extérieure par unité de surface, g l'intensité de la pesanteur 9,8.

» En supposant la molécule formée de deux atomes, $4\varpi\rho^2 Pg$ représente la tension moléculaire superficielle, $m\frac{v^2}{\rho}$ la force qui fait tendre un des atomes vers le centre, $m\frac{v^2}{4\rho}$ sa réaction sur l'autre atome diamétralement opposé. La résultante de ces forces est égale à $2\varpi\rho^2 P g$, et le travail effectué pendant une variation de température représenté par

$$\int_{\rho'}^{\rho} 2\varpi\rho^2 P g\, \delta\rho = \frac{2}{3}\varpi(\rho'^3 - \rho^3) P g$$

et, pour 1^{kg} de gaz,

$$(1) \qquad \sum \frac{2}{3}\varpi(\rho'^3 - \rho^3) P g.$$

Les molécules étant en contact, on trouve que leur groupement naturel est le suivant : Les molécules d'une ligne sont tangentes deux à deux et chacune d'elles tangente à deux d'une ligne voisine. Dans ces conditions, V et V' désignant les volumes des gaz, on a

$$\sum \frac{4}{3}\varpi\rho^3 = V\frac{2\varpi}{9}, \quad \sum \frac{4}{3}\varpi\rho'^3 = V'\frac{2\varpi}{9},$$

de sorte que l'expression (1) devient

$$\frac{(V' - V)\varpi P g}{9} \quad \text{et} \quad \frac{V\alpha\pi P g}{9},$$

en supposant la variation de 1°, α étant le coefficient de dilatation du gaz.

» L'équivalent calorifique de cette variation ou chaleur spécifique est donc

$$\frac{1}{425}\,\frac{V\alpha\pi P g}{9} = C.$$

» Le Tableau suivant permet de comparer les résultats du calcul et ceux de l'expérience :

	Calculé.	Observé.
Hydrogène H^2	3,406	3,409
Oxygène O^2	0,2137	0,217
Air	0,2363	0,2374
Azote Az^2	0,2432	0,2438
Acide chlorhydrique HCl	0,187	0,1852
Bioxyde d'azote AzO	0,2276	0,231

» Pour le chlore et le brome, je ne retrouve les résultats d'expérience qu'en supposant la molécule monoatomique et de volume moitié moindre que celle des autres gaz biatomiques, mais ces nombres ont été calculés en supposant $\alpha = 0,00367$ pour ces gaz. Ce coefficient n'a pas été déterminé : on sait seulement qu'il est plus élevé que pour les autres gaz; comme il n'y a pas de raisons pour que le chlore fasse exception à la loi des volumes, il est plus probable que le coefficient de dilatation de ce gaz est d'un tiers environ plus fort que 0,00367.

» Pour les gaz dont la molécule renferme 3 atomes, la formule de la chaleur spécifique devient

$$C = \frac{4}{3E} \frac{V\alpha\pi Pg}{9}.$$

	α.	Calculé.	Observé.
Acide carbonique CO^2	0,00371	0,2095	0,216
Acide sulfureux SO^2	0,003903	0,1515	0,1544
Protoxyde d'azote AzO	0,003719	0,210	0,226

Peut-être le protoxyde, qui est endothermique, a-t-il éprouvé dans les expériences un commencement de dissociation.)

» Pour la vapeur d'eau, je prends la chaleur spécifique *moyenne* d'après la formule

$$C = \frac{4}{3Et} \frac{(V' - V)\pi Pg}{9}.$$

» Pour la vapeur surchauffée à 1^{atm}, je prends les expériences de Hirn :

°	Pour 1^{kg}. mc
100	1,6504
162	1,93
200	2,08

» Calculé entre 100° et 200°; 0,4769; observé, 0,4796 (Regnault).

» Entre 100° et 162°, la chaleur spécifique moyenne est égale à 0,500 ; au-dessus de 162°, elle décroît et se rapproche de la valeur moyenne donnée par Regnault, 0,480.

» Quant à la chaleur spécifique à volume constant c, elle est donnée par

la relation

$$C = c + \frac{4c}{\pi^2} = 1,405c, \quad \text{d'où} \quad \frac{C'}{c} = 1,405,$$

obtenue en tenant compte de l'oscillation moléculaire qui accompagne la variation pour les gaz biatomiques.

» Pour les gaz triatomiques, on a la relation

$$C = c + \frac{2}{3}\frac{4c}{\pi^2} = 1,270c, \quad \text{d'où} \quad \frac{C}{c} = 1,270.$$

Gaz biatomiques.			Gaz triatomiques.		
	Calculé.	Observé.		Calculé.	Observé.
H^2......	1,405	1,401 (Masson)	CO^2.....	1,270	1,274 (Masson)
O^2......	»	1,401 »	SO^2.....	»	1,262 (Cazin)
Air......	»	1,401 »	Az^2O....	»	1,267 (Masson)
CO......	»	1,409 »			
Az O.....	»	1,39 »			

» *Propagation du son.* — Pendant une détente, le centre moléculaire oscille à température constante avec une vitesse $\frac{v}{\pi}$, qui est la vitesse de propagation du son donnée par la formule générale

$$\frac{v}{\pi} = \frac{2g}{3}\sqrt{\frac{VP}{\pi}},$$

V étant le volume de 1^{kg} de gaz à la température pour laquelle on veut connaître la vitesse. Substituant les valeurs numériques, on trouve :

	Calculé.	Observé.
Air....................	330,89	333^{m}
Hydrogène................	1253,2	1269
Acide carbonique..........	267,5	261,6
Protoxyde d'azote..........	266	261,9
Oxyde de carbone..........	335	337

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la pénétration de la lumière du jour dans les eaux du lac de Genève.* Note de MM. **H. Fol** et **Ed. Sarasin**.

« Les questions relatives à l'absorption de la lumière par des couches plus ou moins épaisses de l'eau très pure du lac Léman sont l'objet d'une série d'expériences, entreprises par une Commission de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, sur l'initiative et sous la direction de M. Louis Soret (¹).

(¹) *Voir*, pour la composition de cette Commission et ses travaux, *Comptes rendus* du

» Nous avions été plus spécialement chargés de rechercher, à l'aide de la Photographie, la limite extrême qu'atteint la lumière du jour dans la profondeur du lac. Nos expériences ont consisté à exposer une plaque photographique à des profondeurs diverses, dans la région du lac où la couche d'eau atteint son maximum.

» Nous avons employé des plaques au gélatinobromure rapide de Monckhoven. Elles étaient renfermées dans un appareil spécial, imaginé par l'un de nous en vue de ces expériences (¹). Il consiste en un châssis photographique en laiton, dont les deux plaques de recouvrement se ferment sous l'action d'une paire de leviers, accouplés en forme de ciseaux, tirés par un poids; elles s'écartent, au contraire, par l'effet d'un ressort antagoniste, dès que le poids de sonde, en touchant le fond, cesse d'agir sur les leviers. Connaissant la profondeur, on règle la longueur de la corde par laquelle le poids est suspendu à l'appareil, de manière à avoir la plaque photographique à découvert, dans une position horizontale, à la distance voulue de la surface de l'eau. Après une durée d'exposition déterminée, on retire l'appareil, qui se renferme aussitôt par la traction du poids. La durée de l'exposition a été de dix minutes dans toutes les expériences. Le développement a été effectué avec le révélateur normal à l'oxalate de fer, que l'on a fait agir uniformément pendant dix minutes sur chaque plaque. Celles-ci étaient toutes d'un même lot et recouvertes par conséquent de la même émulsion (²).

» Les expériences ont été faites en avant d'Évian, où le lac présente une plaine assez étendue de 315^{m} de profondeur. M. le Dr Marcet a bien voulu, avec la plus extrême obligeance, mettre, à deux reprises, à notre disposition son yacht à vapeur *le Héron;* M. le professeur Forel, de Morges,

---

10 mars 1884, p. 624, et *Archives des Sciences physiques et naturelles*, t. XI, p. 327; t. XII, p. 158; 1884.

(¹) Cet appareil a été construit sur les indications et les dessins de M. Fol, par la Société genevoise d'instruments de Physique.

(²) Des essais préliminaires dans une eau peu profonde avaient démontré que l'appareil marchait à souhait et qu'étant fermé il pouvait rester au grand soleil sans qu'aucune infiltration de lumière atteignît la plaque. Dans l'exposition, le verre se trouvait en haut, du côté de la lumière. Sur cette face, avaient été tracés des caractères et des numéros au vernis noir. La netteté avec laquelle ces signes se sont reproduits en blanc, sur la plaque développée; la pureté des bords de l'image, qui, limitée par l'écartement des plaques de recouvrement, ne s'étendait que sur le milieu de la couche sensible, prouvent que la lumière ne pouvait pénétrer à notre insu.

a bien voulu non seulement nous prêter sa ligne de sonde, mais nous accompagner et nous aider de ses conseils et de son expérience.

» Le 16 août 1884, par un temps calme et un soleil brillant, nous exposâmes :

» 1. A 237^m de profondeur, deux plaques, l'une à midi et demi, l'autre à $1^h 7^m$;
» 2. A 113^m de profondeur, une plaque à $2^h 20^m$;
» 3. A 300^m de profondeur (15^m du fond), une plaque à $2^h 44^m$.

» Le 23 septembre 1884, par un temps couvert mais clair, nuages minces et assez lumineux, vent léger variant de l'est au nord, nous exposâmes :

» 4. A 147^m, une plaque à 1^h de l'après-midi;
» 5. A 170^m, une plaque à $2^h 26^m$;
» 6 A 113^m, une plaque à $3^h 3^m$;
» 7. A $90^m,50$, une plaque à $3^h 34^m$.

» Comme point de comparaison, nous avions, le 15 août, à 10^h du soir, exposé par une nuit claire, mais sans lune :

» 8. Une plaque à l'air libre pendant dix minutes;
» 9. Une plaque à l'air libre pendant cinq minutes.

» Au développement, il se trouva que la plaque 3 (300^m de profondeur) n'avait reçu aucune impression lumineuse quelconque. Il en fut de même de la plaque 1 (237^m). La plaque 5, à 170^m, était légèrement voilée, à peu près comme la plaque 9, exposée de nuit pendant cinq minutes. La plaque 4, à 147^m, avait été fortement impressionnée, plus que la plaque 8 exposée la nuit pendant dix minutes. Des deux plaques à 113^m, la plaque 6 du second jour est très noircie, tandis que la plaque 2 du premier jour n'est pas plus impressionnée que la plaque 4 du second jour. Enfin la plaque 7, exposée à 90^m, est tellement impressionnée que les caractères qui avaient été tracés au dos ne sont qu'incomplètement réservés sur le fond noir de la couche développée.

» En comparant les résultats obtenus dans les deux journées d'expériences, on est frappé de ce fait, que l'effet photographique a été beaucoup plus fort le 23 septembre que le 16 août.

» Nous sommes donc amenés à conclure de ces premiers essais :

» 1° Que la lumière du jour pénètre dans les eaux du lac de Genève à 170^m de profondeur et probablement un peu au delà; qu'à cette profondeur, la force d'éclairage en plein jour est à peu près comparable à celle que nous percevons par une nuit claire sans lune;

» 2° Qu'à 120^m la lumière est encore très forte;

» 3° Qu'en septembre, par un temps couvert, la lumière pénètre en plus grande abondance et plus profondément dans l'eau qu'en août, par un temps absolument beau. Des expériences ultérieures auront à nous apprendre si cette différence est attribuable à la plus grande transparence

de l'eau en automne et en hiver, que les expériences de M. Forel ([1]) ont mise hors de doute, ou bien si la lumière diffusée par les nuages pénètre mieux que les rayons plus ou moins obliques du Soleil.

» Avant nous, M. Asper ([2]) avait exposé des plaques au gélatinobromure dans le lac de Zurich, à des profondeurs comprises entre 40^m et 90^m. Il les descendait la nuit, les laissait exposées une journée entière et les retirait la nuit suivante. Mais la nuit la plus sombre est encore claire pour une plaque au gélatinobromure rapide. Nos expériences nous semblent faites dans des conditions plus probantes. Nous comptons poursuivre ces essais dans l'été de 1885.

» Nous désirons aussi, si possible, exécuter des expériences analogues dans la mer, où la plus grande transparence de l'eau peut faire supposer que la limite extrême des rayons lumineux se trouvera à un niveau encore plus bas.

» A cet égard, nous ne possédons encore aucune donnée satisfaisante, car les expériences de la croisière du *Porcupine* sont restées à l'état de projet, l'appareil imaginé par M. Siemens s'étant refusé à fonctionner. La limite de pénétration de la lumière du jour dans la mer est donc encore à trouver. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur un énoncé général des lois des équilibres chimiques.* Note de M. H. LE CHATELIER, présentée par M. Daubrée.

« Dans un travail récent sur les équilibres chimiques, M. Van't'Hoff a montré que la plupart de leurs lois expérimentales pouvaient être résumées dans l'énoncé suivant :

» *Tout équilibre entre deux états différents de la matière (systèmes) se déplace*

([1]) M. Forel a étudié, dès 1873, la transparence des eaux du lac de Genève, à l'aide de la méthode photographique; seulement il employait le papier d'argent albuminé, infiniment moins impressionnable que le gélatinobromure. Il plongeait les feuilles de papier albuminé la nuit à diverses profondeurs et les retirait au bout d'une ou plusieurs fois vingt-quatre heures. Cette méthode lui a donné, comme limite d'obscurité absolue, 45^m en été, 100^m en hiver approximativement. La plus grande abondance des poussières aquatiques pendant l'été, cause de la plus grande opacité, est due à la stratification thermique de l'eau pendant la saison chaude, d'où résulte la capacité de garder en suspension des poussières de densités différentes. (*Archives des Sciences physiques et naturelles*, t. LIX, p. 137; 1877.)

([2]) *Archives des Sciences physiques et naturelles*, t. VI, p. 318; 1881.

par un abaissement de la température vers celui des deux systèmes dont la formation développe de la chaleur (1).

» Il m'a semblé que cette loi pouvait être généralisée encore en étendant à la condensation ce qu'elle dit de la température; qu'on pouvait, de plus, lui donner une forme identique à celle des lois de tous les équilibres qui produisent un travail mécanique par leur déplacement et qui dépendent, par suite, du théorème de Carnot. L'énoncé que je propose fait rentrer les phénomènes chimiques *réversibles* dans la classe des phénomènes *réciproques*, à laquelle M. Lippmann (2) a récemment rattaché les phénomènes électriques réversibles.

» *Tout système en équilibre chimique stable soumis à l'influence d'une cause extérieure qui tend à faire varier soit sa température, soit sa condensation (pression, concentration, nombre de molécules dans l'unité de volume) dans sa totalité ou seulement dans quelques-unes de ses parties, ne peut éprouver que des modifications intérieures, qui, si elles se produisaient seules, amèneraient un changement de température ou de condensation de signe contraire à celui résultant de la cause extérieure.*

» *Ces modifications sont généralement progressives et partielles.*

» *Elles sont subites et complètes lorsqu'elles peuvent se produire sans changer la condensation individuelle des diverses parties homogènes qui constituent le système en équilibre, tout en faisant changer pourtant la condensation de l'ensemble du système.*

» *Elles sont nulles quand leur production ne peut pas amener de changements analogues à celui dû à la cause extérieure.*

» *Enfin, si ces modifications sont possibles, elles ne sont pas pour cela nécessaires. Dans les cas où elles ne se produisent pas et où le système reste inaltéré, l'équilibre, de stable qu'il était, devient instable, et il ne peut éprouver alors que des modifications tendant à le rapprocher des conditions de stabilité.*

» Quelques exemples d'équilibres, bien connus pour la plupart, montreront la généralité des applications de cette loi, qui embrasse également les phénomènes de fusion, de vaporisation, de dissolution, qui ne sauraient en aucune façon être distingués des phénomènes chimiques proprement dits.

» 1° *L'échauffement de la totalité d'un système amène des modifications endothermiques*, telles que *fusion* et *volatilisation* de tous les corps; *polymé-*

---

(1) Van't Hoff, *Études de Dynamique chimique*, p. 161.

(2) Lippmann, *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXIV, p. 172.

risation de C^2Az, etc.; *transformations dimorphiques* réversibles de AgI; AzH^4O, AzO^5; *dissociation* de CO^2; CaO, CO^2; Bi^2O^3, $3AzO^5$, 4HO; *combinaison* endothermique réversible de CS^2 et très probablement aussi de AzO^5, etc.; *dissolution* endothermique de la plupart des sels; *cristallisation* endothermique de quelques sels : NaO, SO^3; CaO, HO, bien connus pour avoir une solubilité décroissante avec la température.

» 2° *L'échauffement partiel d'un système amène des modifications qui tendent toutes à refroidir la partie chauffée*, telles que la *propagation de la chaleur* par conductibilité, la production de courants *thermo-électriques*, les *changements de concentration* par diffusion, le *transport de métal* d'un point à l'autre d'une lame plongée dans une dissolution de l'un de ses sels.

» 3° *L'augmentation de condensation de la totalité d'un système maintenu à température constante amène des modifications qui tendent à diminuer la condensation du système*, telles que la *fusion* de la glace, la *solidification* de la paraffine, la *transformation dimorphique* de AgI, la *combinaison* des produits dissociés de CO^2.

» 4° *L'augmentation de condensation d'une partie d'un système amène des modifications tendant à diminuer la condensation de la partie altérée*, telles que *condensation* de la vapeur d'eau, *combinaison* de CaO + CO^2 au rouge, *diffusion* des dissolutions inégalement concentrées, *transport de métal* sur une lame plongeant dans une dissolution d'un de ses sels de concentration variable, *abaissement du point de fusion* d'un alliage ou d'un mélange de sels pendant sa solidification progressive.

» 5° *Les modifications de l'équilibre sont généralement progressives* : par exemple, dans la dissociation de CO^2, et en général dans tous les systèmes dont les éléments ne sont pas simplement juxtaposés, mais dont quelques-uns d'entre eux forment des mélanges homogènes.

» 6° *Les modifications de l'équilibre sont totales quand elles peuvent se produire sans altérer la condensation de chacune des parties du système, tout en altérant la condensation de l'ensemble du système*. Telle est la *condensation* de la vapeur d'eau, la *fusion* de la glace, la *transformation dimorphique* de AgI, la *dissociation* de CaO, CO^2, de CuO solide, la *dissolution* des sels. Ces systèmes, pour un changement infiniment petit de condensation d'une de leur partie, passent d'une limite extrême de leur état d'équilibre à la limite extrême opposée.

» 7° *Les modifications de l'équilibre sont nulles quand elles ne peuvent pas produire d'effet analogue à celui dû à la cause extérieure*. La dissociation est indépendante de la *pression* pour les mélanges se combinant sans change-

ment de volume, l'acide iodhydrique, par exemple. La limite des équilibres est indépendante de la *température* quand leurs transformations ne dégagent pas de chaleur, ce qui est le cas de l'éthérification.

» 8° *Enfin toutes ces modifications des équilibres sont seulement possibles, mais ne se produisent pas nécessairement,* comme le montre la *surfusion*, la *surchauffe*, la *sursaturation*, le refroidissement brusque de l'acide carbonique dissocié. Les systèmes instables ainsi obtenus ne peuvent se modifier que pour se rapprocher des conditions de l'équilibre stable. La transformation de ces équilibres instables s'effectue généralement avec un dégagement de chaleur, conformément au *principe du travail maximum*, parce que, comme l'a fait remarquer M. Van't Hoff, la température ordinaire diffère peu du zéro absolu, pour lequel l'équilibre stable correspond au dégagement de la totalité de la chaleur contenue dans les corps ».

CHIMIE MINÉRALOGIQUE. — *Sur le polymorphisme du phosphate de silice.* Note de MM. **P. Hautefeuille** et **J. Margottet**, présentée par M. Debray.

« La silice se dissout abondamment dans l'acide phosphorique trihydraté. Pour mettre en évidence cette propriété, il suffit de projeter dans l'acide phosphorique, chauffé au-dessus de 120°, de la silice hydratée obtenue en décomposant le fluorure de silicium par l'eau. La silice calcinée ne se dissout pas plus rapidement dans l'acide fluorhydrique [1].

» En prenant la précaution de faire à froid, dans un mortier, le mélange de silice hydratée et d'acide phosphorique, et portant ensuite ce mélange à 260° dans un vase en platine, l'acide phosphorique peut dissoudre environ 5 pour 100 de silice.

» La proportion de silice dissoute est plus considérable encore lorsqu'on porte lentement à 260° un mélange d'acide phosphorique hydraté et de chlorure de silicium.

» Mais cette dissolution n'est pas stable; sous l'action de la chaleur elle laisse déposer un phosphate de silice cristallisé; de plus, la forme cristalline et les propriétés de ce phosphate dépendent essentiellement, comme nous allons le montrer, de la température à laquelle il se sépare de sa dissolution.

---

[1] On doit donc éviter avec grand soin, dans les analyses chimiques, de maintenir la silice en contact avec l'acide phosphorique au-dessus de 100°.

» I. La dissolution chaude de silice dans l'acide phosphorique, quelle que soit la manière dont elle a été préparée, dépose spontanément, en se refroidissant au-dessous de 260°, de petits cristaux ayant l'apparence de disques aplatis, dont la hauteur est d'environ le quart du diamètre.

» On obtient encore ces mêmes cristaux en ajoutant de l'acide sulfurique concentré au bain dans lequel ils prennent naissance, et en maintenant ce bain à une température un peu supérieure au point d'ébullition de l'acide sulfurique.

» Ils se présentent alors nettement sous forme de prismes hexagonaux, souvent maclés à la façon du fer oligiste lamelliforme. Ils agissent très vivement sur la lumière polarisée. L'eau les corrode assez rapidement, mais ils sont inaltérables dans l'alcool, ce qui permet de les débarrasser complètement de l'acide phosphorique en excès.

» II. Si, au lieu de laisser refroidir la dissolution de silice, on élève graduellement sa température à partir de 260°, elle ne tarde pas à se troubler. Vers 360°, elle laisse déposer des lamelles très minces, en assez grand nombre pour produire une espèce de feutrage cristallisé qui donne au bain l'apparence d'une matière solidifiée.

» Ces lamelles sont toutes hexagonales; elles ne se colorent pas entre les nicols croisés lorsqu'elles sont normales aux rayons lumineux. Cependant il serait prématuré de vouloir les rapporter au système hexagonal, car, lorsqu'on les examine par la tranche, sous une grande épaisseur, elles n'agissent encore que faiblement sur la lumière polarisée.

» Un examen superficiel conduirait peut-être à les confondre avec des cristaux de tridymite, qui, eux aussi, n'agissent que faiblement sur la lumière polarisée. Mais, sous l'action du nitrate d'argent en fusion, les lamelles hexagonales donnent naissance à du phosphate d'argent, rouge à chaud, tandis que la tridymite reste inattaquée ([1]).

» Ces lamelles sont inaltérables dans l'alcool; mais, à la longue, elles sont corrodées par l'eau froide, en donnant de l'acide phosphorique et de la silice soluble.

» III. Les deux espèces cristallines précédentes ne se déposent qu'en très petite quantité si l'on chauffe brusquement la dissolution silicique. Cette dissolution peut même rester limpide jusque vers 700° environ; mais entre 700° et 800° elle laisse déposer des octaèdres réguliers presque toujours

---

([1]) C'est là un traitement qu'on devrait faire subir aux cristaux hexagonaux des roches contenant de l'acide phosphorique avant de conclure que ces cristaux sont de la tridymite.

modifiés par les faces du cube. Ce sont les cristaux de phosphate de silice déjà décrits dans une Note que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie ([1]).

» IV. Enfin le dépôt change encore de nature si l'on porte rapidement vers 900° ou 1000° de l'acide phosphorique ne contenant en dissolution qu'une faible quantité de silice. On obtient alors des prismes agissant sur la lumière polarisée et appartenant au système clinorhombique.

» A haute température, ces cristaux prismatiques sont plus stables que les précédents. Si, en effet, on porte lentement à 1000° de l'acide phosphorique saturé de silice, on obtient un mélange de toutes les formes qui viennent d'être décrites; mais, en prolongeant l'action de la chaleur, les lamelles et les octaèdres sont bientôt rongés, tandis que les prismes s'accroissent d'une manière continue.

» L'analyse de ces différentes matières cristallisées s'effectue par une méthode aussi simple que précise, car toutes sont décomposées par le nitrate d'argent en fusion à une température à laquelle il ne se forme pas encore de silicate d'argent; les seuls produits de la réaction sont du phosphate d'argent et de la silice pure. Cette méthode nous a permis d'établir que, quelle que soit leur forme, les cristaux obtenus en dissolvant la silice dans l'acide phosphorique ont rigoureusement même composition. Celle-ci répond à la formule PhO^5, SiO^2. En analysant ainsi des cristaux de ce phosphate de silice préparés avec des corps chimiquement purs, nous déterminerons le rapport des équivalents du phosphore et du silicium dans des conditions exceptionnelles d'exactitude.

» Nous sommes donc parvenus à démontrer que le phosphate de silice PhO^5, SiO^2 cristallise spontanément sous quatre formes cristallographiques incompatibles entre elles et constituant, par conséquent, quatre espèces chimiques; les cristaux hexagonaux se forment au-dessous de 300°, les lamelles ressemblant à la tridymite vers 360°, les octaèdres réguliers entre 700° et 800°, et les prismes clinorhombiques entre 800° et 1000°.

» Ce polymorphisme ne saurait résulter de groupements d'éléments cristallins identiques, car les cristaux hexagonaux sont attaquables par l'eau, tandis que les cristaux octaédriques ou prismatiques résistent à l'action de ce réactif.

» Le phosphate de silice n'est pas le seul phosphate susceptible de polymorphisme; nous décrirons prochainement des phénomènes analogues

([1]) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1052.

dans la cristallisation des autres phosphates d'acides à $2^{éq}$ d'oxygène et dans la cristallisation des phosphates de sesquioxyde. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les apatites fluorées.* Note de M. **A. Ditte**, présentée par M. Debray.

« J'ai montré, dans de précédentes Notes, qu'il est possible d'obtenir artificiellement un groupe nombreux de composés analogues aux apatite et wagnérite naturelles, et renfermant un phosphate, un arséniate ou un vanadate, de chaux, baryte, strontiane, etc., associés aux chlorures, bromures ou iodures correspondants; j'ai indiqué en même temps des procédés généraux de préparation de ces corps. On sait, d'autre part, que parmi ceux de ces minéraux qui se rencontrent dans la nature, ou qui ont été obtenus dans les laboratoires, il en est quelques-uns qui renferment une proportion variable de fluor, remplaçant une quantité équivalente, et quelquefois la presque totalité du chlore. Toutes les analogies conduisaient à admettre la possibilité d'obtenir des substances pures de tout mélange et ne renfermant que du fluor; j'ai pu préparer en effet des matières offrant la même composition que l'apatite et cristallisant comme elle en prismes hexagonaux réguliers, terminés par des pyramides à six faces.

» Deux méthodes générales permettent d'arriver à ce résultat :

» I. On introduit dans un creuset de platine une certaine quantité d'un phosphate métallique, celui de chaux par exemple, avec un poids triple environ de fluorure neutre de potassium, et un grand excès de chlorure de potassium; on chauffe au rouge pendant cinq ou six heures, on laisse refroidir lentement et l'on traite le contenu du creuset par l'eau froide; on isole ainsi de belles aiguilles ayant la forme de l'apatite, et une composition qui s'accorde avec la formule $3(3CaO, PhO^5)CaFl$.

» Ces cristaux ne contiennent pas trace de chlore, et cependant j'ai fait voir qu'on peut obtenir l'apatite $3(3CaOPhO^5)CaCl$ en chauffant pendant longtemps un mélange de phosphate de chaux et de chlorure alcalin. Ce dernier, en effet, attaque lentement le phosphate calcaire et donne du chlorure de calcium jusqu'à ce qu'un certain équilibre se soit établi entre les substances réagissantes et que la formation d'une quantité déterminée de chlorophosphate de chaux soit devenue possible; mais ici l'intervention du fluorure alcalin modifie complètement les conditions de cet équilibre. On sait, d'après les déterminations de M. Guntz, que la formation du fluorure de calcium dégage, à la température ordinaire, plus de chaleur que celle

du chlorure; il en est probablement de même à température élevée et, dans ces conditions, en raison des principes du travail maximum, le chlorure de calcium ne se formera pas, du fluorure prendra seul naissance, et il en résultera une apatite fluorée, complètement privée de chlore. Les résultats de l'expérience sont conformes à ces indications de la théorie.

» La quantité de fluorure de potassium mélangée au chlorure doit toujours rester fort petite et ne pas dépasser $\frac{5}{100}$ du poids de ce dernier. S'il se trouvait trop de fluorure alcalin, le phosphate de chaux serait totalement décomposé, et l'on n'obtiendrait plus que du fluorure de calcium.

» D'après M. Guntz, les chaleurs de formation des fluorures de baryum, strontium, etc., sont, à la température ordinaire, légèrement inférieures à celles des chlorures correspondants. Au rouge elles leur deviennent, selon toute apparence, supérieures, car les apatites formées avec d'autres bases que la chaux prennent naissance dans les mêmes conditions que le phosphate calcaire. Toutefois on obtient plus rapidement de beaux cristaux en opérant de la manière que voici :

» II. On place dans un creuset de platine un mélange en proportions convenables de fluorure de calcium et d'acide phosphorique avec un grand excès de chlorure de potassium, et l'on chauffe pendant quelques heures. Le contenu du creuset traité par l'eau après refroidissement abandonne des cristaux de fluophosphate de chaux; les plus beaux sont réunis en une couronne qui adhère le long des parois du creuset, à la surface de la matière fondue, les autres sont disséminés dans toute la masse. La réaction peut être représentée par une des formules suivantes :

$$6PhO^5 + 10CaFl = 3(PhO^5, 3CaO)CaFl + 3PhO^2Fl^3,$$
$$24PhO^5 + 50CaFl = 5[3(PhO^5, 3CaO)CaFl] + 9PhFl^5.$$

Les composés fluorés du phosphore, très volatils, comme M. Moissan l'a tout récemment fait voir, disparaissent, et le chlorure alcalin paraît ne jouer ici d'autre rôle que celui d'un dissolvant au sein duquel s'effectue la cristallisation de l'apatite. Il est commode de remplacer l'acide phosphorique par du phosphate d'ammoniaque, et de ne pas mettre ce dernier en excès, car on obtiendrait un bain acide par lequel les cristaux seraient altérés; on obtient de fort bons résultats en employant des quantités de fluorure et d'acide alcalin calculées avec une des formules ci-dessus. En remplaçant le fluorure de calcium par un des fluorures de baryum, strontium, magnésium, et opérant comme il vient d'être dit, on donne naissance aux apatites correspondantes.

» *Fluophosphate de chaux.* — L'apatite fluorée calcaire, obtenue par l'un ou l'autre de ces procédés, se présente sous la forme de cristaux transparents, très brillants quand ils sont un peu volumineux. Ce sont tantôt de longs prismes dont les faces latérales portent parfois des stries parallèles aux arêtes latérales, tantôt des cristaux courts et très nets, terminés par deux pyramides hexaèdres et souvent groupés entre eux. Ils se dissolvent lentement à froid, plus rapidement à chaud dans les acides étendus; l'acide sulfurique en dégage même à froid de l'acide fluorhydrique; la chaleur ne les altère pas.

» *Fluophosphate de strontiane.* — L'apatite calcaire a été préparée avec du florure de calcium naturel pur; pour les autres, on s'est servi de fluorures obtenus en saturant directement l'acide fluorhydrique par la base considérée. Le fluophosphate de strontiane est absolument semblable à celui de chaux pour les propriétés et la forme cristalline; quelquefois le sommet des pyramides terminales est coupé par une facette parallèle à la base du prisme; les cristaux sont d'autant plus volumineux que l'on a chauffé le creuset pendant un plus grand nombre d'heures. Il en est de même pour le *fluophosphate de baryte* (¹), dont les aiguilles sont beaucoup plus minces que les précédentes, et pour le *fluophosphate de magnésie,* dont les cristaux très brillants sont d'une netteté parfaite. Le *fluophosphate de fer* est en aiguilles vert clair analogues aux précédentes, mais difficiles à séparer de petites lames amorphes de matière fondue qui leur sont mélangées.

» Les composés qui viennent d'être énumérés contiennent tous de l'acide phosphorique; dans ces apatites fluorées, aussi bien que dans celles qui renferment du chlore, du brome ou de l'iode, les acides arsénique et vanadique peuvent remplacer l'acide phosphorique et donner des combinaisons analogues; leur examen fera l'objet d'une Communication prochaine. »

CHIMIE. — *De l'action des iodures alcooliques primaires sur le fulminate d'argent.* Note de M. G. CALMELS, présentée par M. Debray (²).

« M. Steiner a essayé vainement l'action des iodures alcooliques sur le fulminate de mercure; je n'ai moi-même pas réussi à méthyler ce sel

(¹) La formation du fluophosphate de baryte exige que le bain renferme une petite quantité de fluorure alcalin, sinon on pourrait n'avoir que le sel PhO^5, $2BaO$, KO.

(²) Travail du Laboratoire de l'Hôtel-Dieu.

de 0° à 80°, et ce fait doit être rapproché de ceux indiqués dans ma Note du 4 août; mais le fulminate d'argent réagit dans ces conditions.

» 25gr de sel desséché à l'instant même à 75° ont été versés avec toutes les précautions possibles au fond d'un long et large tube, et submergés aussitôt sous un mélange de 25gr d'iodure de méthyle et 40gr d'éther. La pointe du tube fut scellée à 0m,80 du corps explosif et le tube chauffé à l'étuve à 50° pendant vingt-quatre heures. La réaction étant alors achevée, le corps pulvérulent jaune qui remplace le fulminate est un mélange d'iodure d'argent et de la modification β ou jaune, résineuse et insoluble, du nitréthylène. La liqueur jaune qui surnage contient une petite quantité de ce corps, mais représente une solution concentrée de méthylcarbylamine. La réaction précédente a été tentée avec l'iodure d'éthyle, et j'ai obtenu la modification β du nitropropylène et une solution concentrée d'éthylcarbylamine. Les iodures alcooliques primaires, supérieurs dans la série grasse, qui ont été essayés, ont tous donné la même réaction, qui est d'une manière générale :

$$\begin{matrix} C = Az - Ag \\ Ag - \overset{\|}{C} - Az \end{matrix} \left\langle \begin{matrix} O \\ O \end{matrix} \right. + \begin{matrix} CH^3 I \\ CH^3 I \end{matrix} = \begin{matrix} I Ag \\ I Ag \end{matrix} + \begin{matrix} C = Az - CH^3 \\ CH^2 \overset{+}{=} CH Az \end{matrix} \left\langle \begin{matrix} O \\ | \\ O \end{matrix} \right. .$$

» Le fulminate d'argent s'étant coupé en deux dans cette réaction, j'ai essayé d'obtenir les corps intermédiaires :

$$\underbrace{\begin{matrix} C = Az - CH^3 \\ CH^3 - \overset{\|}{C} - Az \end{matrix} \left\langle \begin{matrix} O \\ | \\ O \end{matrix} \right.}_{\text{Nitréthane méthylcarbazilé.}}, \quad \underbrace{\begin{matrix} C = Az - CH^2 - CH^3 \\ CH^3 - CH^2 - \overset{\|}{C} - Az \end{matrix} \left\langle \begin{matrix} O \\ | \\ O \end{matrix} \right.}_{\text{Nitropropane éthylcarbazilé.}}, \quad \ldots$$

» Dans un ballon à fond plat, disposé sur de la ouate, j'ai fait tomber 50gr de fulminate sec, puis 100gr d'iodure de méthyle mélangés de 50gr d'éther, cette forte concentration étant nécessaire. La réaction commence à l'instant et dure quatre à cinq jours. Le liquide dégage une odeur de chloropicrique pénible pendant tout le temps de la réaction; cette odeur cesse avec elle pour être remplacée par celle de la méthylcarbylamine. J'ai essayé d'interrompre la réaction pour obtenir le corps à odeur chloropicrique : le liquide éthéré a été décanté, filtré, puis rapidement évaporé dans un courant d'air sec. L'odeur chloropicrique va en augmentant un instant, atteint un point critique, au moment duquel on constate une très légère cristallisation sur les parois du vase, puis va en s'atténuant. L'éther et la méthylcarbylamine enlevés, il reste un liquide qui n'est autre que

le nitréthylène α, liquide que l'on purifie, autant qu'il est possible, de la forme β, en le redissolvant dans l'éther, filtrant, puis évaporant rapidement dans un courant d'air sec. Même marche a été suivie pour l'iodure d'éthyle, et je n'ai pu obtenir que de l'α-nitropropylène. En employant les iodures alcooliques primaires supérieurs, on n'obtient pas davantage de carbazile stable. Les corps mentionnés plus haut existent donc, mais ils se scindent au fur et à mesure de leur production en carbylamine et en nitrodérivé de la série éthylénique.

» Je n'insiste point ici sur ces nitrodérivés : je dirai seulement que leur caractère essentiel est de se transformer de modifications α, liquides incolores et solubles dans l'éther, le chloroforme, etc., en modifications β résineuses, jaunes et insolubles dans ces mêmes dissolvants. L'étude de leurs propriétés chimiques montre que seules les formes α sont de vrais dérivés nitrés, et, tandis que les β sont des dérivés oximes et que, s'il faut accorder aux premiers les formes générales

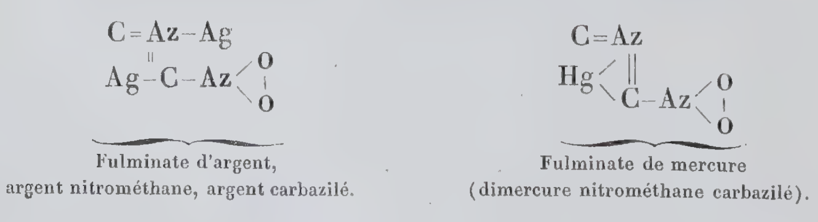
$$CH^2=CH\,Az\langle{}^{O}_{O}|, \quad CH^3-CH=CH\,Az\langle{}^{O}_{O}|, \quad \ldots,$$

les seconds ont pour formule respectivement :

$$\begin{array}{ll} C(AzOH\quad)-CH^2 & \quad C(AzOH)-O-CH-CH^3 \quad \ldots \\ CH^2-O-C(AzOH) & CH^3-CH-O-C(AzOH) \end{array}$$

Dioxime-glycolide. Dioxime-lactide.

» La constitution du fulminate d'argent est désormais hors de doute : ce corps renferme deux moitiés dissymétriques contenant chacune Ag. L'une est le cyanure d'argent, qui est $C=Az-Ag$. L'autre contient le groupe $Az\langle{}^{O}_{O}|$, bien connu dans les fulminates, et le deuxième Ag fixé sur le deuxième C. $Ag-C-Az\langle{}^{O}_{O}|$ retient dès lors par ses deux liaisons le groupe $C=Az-Ag$, dont l'Az fonctionne dès lors comme pentatomique.



Fulminate d'argent, argent nitrométhane, argent carbazilé. Fulminate de mercure (dimercure nitrométhane carbazilé).

» Seul de tous les auteurs, M. A. Gautier, se fondant sur ce fait que les fulminates contiennent les métaux sous deux formes distinctes et qu'ils

fournissent dans presque toutes leurs réactions des dérivés en un seul carbone, a compris les fulminates, en les écrivant $\begin{matrix} Az \equiv C-R \\ \| \\ R-C-Az\begin{matrix}\diagup O \\ | \\ \diagdown O\end{matrix}\end{matrix}$. Cette formule doit seulement être modifiée comme il a été dit. 1° Elle peut dès lors représenter ce fait essentiel dans l'histoire des fulminates, dont je me suis assuré par moi-même et dont il était impossible de concevoir la raison, à savoir que les fulminates à deux métaux alcalins ne peuvent exister.

» *Les fulminates sont des isocyanures ou carbylamines métalliques soudés par l'azote à un résidu diatomique de nitrométhane métallique, le métal voisin du groupe nitré étant quelconque.* Cette fonction spéciale aux carbylamines et dont les nitriles métalliques (cyanures alcalins) sont exclus, je la nomme fonction *carbazile* en la généralisant, le type primitif d'un carbazile ou carbure carbazilé étant isomérique des nitriles, des métanitriles et des carbylamines elles-mêmes.

$C\equiv Az$ $\vert$ CH^3	CH^2-CH $\diagdown\ \diagup\!\!\diagup$ Az	$C=Az-CH^3$	$C=Az-H$ $\Vert$ CH^2
Type nitrile.	Type métanitrile.	Type carbylamine.	Type carbazile.

» 2° Elle seule explique bien, d'une manière générale, l'action étudiée par les auteurs, du chlore, du brome et de l'iode sur les fulminates. Mais certains points, très délicats à apprécier exactement, nécessitent des recherches supplémentaires.

» MM. Carstanjen et Ehrenberg, puis M. Steiner, se basant sur l'action de HCl concentré sur le fulminate de mercure, écrivent l'acide fulminique $\begin{matrix} C = AzOH \\ \| \\ C = AzOH \end{matrix}$. J'ai reconnu que seuls les Mémoires précédents doivent être pris en considération, à l'exclusion de tous les Mémoires anciens, et notamment de celui de Gay-Lussac sur cette même question. Mais le fait, matériellement reconnu exact, ne peut servir à établir une formule de constitution semblable. J'ai étudié cette réaction anormale avec le fulminate d'argent, sujet d'étude bien préférable. Les résultats de cette étude, qui m'a déjà fourni toute une série de composés simples d'hydroxylamine en même temps que des preuves non douteuses de l'existence de l'acide fulminique (nitrométhane carbazilé) $\begin{matrix} C=Az-H \\ \| \\ H-C-Az\begin{matrix}\diagup O \\ | \\ \diagdown O\end{matrix}\end{matrix}$, seront indiqués par la suite. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Étude de l'air de la ville d'Alger.* Note de M. **Chairy**, présentée par M. Debray.

« Je m'étais proposé, il y a trois ou quatre ans, de rechercher la composition de la poussière transportée par le siroco. Je fus bien vite amené à constater l'existence normale, dans l'air de la ville d'Alger, de sel marin et de fer : j'ai dosé ces deux substances pendant plusieurs mois, et contrôlé les résultats par les analyses d'eaux de pluie.

I. *Matières minérales contenues dans l'air.* — L'air est filtré à travers une bourre de coton, bouillie préalablement avec de l'eau acidulée par les acides sulfurique et nitrique; j'ai trouvé, en effet, que le coton renferme environ $0^{gr},00016$ de fer par gramme. L'aspiration était effectuée par un aspirateur de 20^{lit}, de sorte que les chiffres obtenus ne représentent qu'une moyenne de l'état de l'air.

» Après filtration, on reprend par l'eau chaude, et l'on traite par le nitrate d'argent $\frac{N}{100}$, en additionnant de chromate de potasse.

» Mois de février. — Constaté le sel dans 250^{lit} d'air.

» Du 9 au 22 mars, au Lycée, 25^{m} d'altitude. — Filtré 460^{lit} d'air; employé $0^{cm},7$ de liqueur argentique, ce qui représente $0^{gr},0004$ de sel ou $\frac{1}{1000000}$ de gramme par litre d'air.

» Du 1er au 7 avril, aux bains Nelson, altitude 5^{m}. — 400^{lit} d'air; employé $0^{cm},2$ de liqueur, ce qui fait, au maximum, $0^{gr},0001$ de sel. Le siroco soufflait pendant ces huit jours.

» Premiers jours de juin. — Très peu de sel, non dosable.

» Fin juin au 3 juillet. — 1140^{lit} d'air; employé $1,6$ Ag $\frac{N}{100}$ pour les $\frac{3}{8,5}$ de liqueur, soit $\frac{2}{1000000}$ de gramme par litre.

» 12 au 26 octobre. — 1500^{lit} d'air; employé $0^{cm},2$ de liqueur, donc une proportion très minime de sel. Il faut ajouter que cette période a été marquée par des pluies très abondantes, qui ont dissous le sel transporté dans des proportions que j'indiquerai plus loin.

» D'après ceci, la variation de poids du sel en suspension dans l'air serait considérable; cette variation serait due presque uniquement à l'influence des vents d'est et du nord, qui pulvérisent l'eau de mer et entraînent les embruns sur la ville. La température n'aurait que très peu d'influence.

» Quant à la limite de diffusion du sel, elle doit être assez considérable. A l'Observatoire de Kouba, situé à 2^{km} environ de la mer, et à 70^{m} d'altitude, M. Trépied est obligé de garantir son télescope contre des détériorations journalières; ces détériorations sont produites par des gouttes de rosée qui renferment du sel marin entraîné. Je me suis assuré, en effet, qu'une feuille d'argent est attaquée par une solution de sel, surtout lorsque la goutte s'évapore librement après s'être répandue à la surface; cette attaque n'a plus lieu si la feuille est tant soit peu sulfurée. C'est à l'aide de ce caractère, très commode, que la limite de diffusion pourra être établie d'une façon précise.

» II. *Fer.* — La bourre de filtration est reprise par l'eau chaude additionnée d'acide sulfurique. Le dosage a toujours été effectué par le permanganate de potasse en solution $\frac{N}{500}$ après réduction par le zinc dans une capsule de platine.

» 27 octobre, au Lycée. — 100^{lit} d'air; employé $0^{cm},9$ de permanganate, titre 0,96, soit $0^{gr},00038$ de fer.

» Février. — 130^{lit} d'air, $0^{cm},6$ de permanganate, soit $0^{gr},0002$ de fer,

» Mars. — 600^{lit} d'air. J'ai pu former du bleu de Prusse.

» Fin juin. — 1140^{lit} d'air. Constaté le fer par le salicylate de soude (coloration violette et virage au jaune par l'ammoniaque); mais je n'ai pu doser.

» Le fer doit être entraîné par les vents de l'intérieur; c'est principalement le siroco qui l'apporte.

» Il faut remarquer que je ne dose ainsi que le fer à l'état de sesquioxyde ou de carbonate; le fer magnétique n'est pas attaqué par l'acide sulfurique étendu. Et ce fer existe bien dans les poussières déposées dans la bourre: au microscope, j'ai vu des fragments que déplaçait facilement l'aimant. J'ai pu, du reste, rechercher, au moyen d'une aiguille aimantée, l'oxyde magnétique dans les poussières que transporte le siroco; j'ai trouvé, par ce moyen, jusqu'à 8^{mgr} dans un petit sac de poussière recueillie à Djelfa. Je n'avais pas assez de substance pour déceler le nickel dans ces poussières; mais je suis très porté à croire que ce fer magnétique est bien d'origine terrestre, d'après l'aspect microscopique.

» III. *Ozone.* — Ne pouvant disposer que d'un aspirateur de 20^{lit}, je n'ai pu faire qu'un dosage d'ozone. J'ai fait passer 700^{lit} d'air dans une liqueur renfermant 2^{cc} d'arsénite de potasse, additionné de 1^{cc} d'iodure de potassium. Je dose avant et après en ajoutant assez peu d'acide sulfurique

pour qu'il n'y ait pas mise en liberté d'iode, puis faisant agir le permanganate; la réaction est très nette.

» J'ai trouvé $0^{gr},00048$ d'ozone dans les 700^{lit} (mois de mai); c'est là une proportion bien inférieure à celle qu'on trouve à Montsouris. »

CHIMIE. — *Sur l'hydrate du sulfate d'alumine neutre* $Al^2O^3 3SO^3$, 27 HO. Note de M. **P. Marguerite-Delacharlonny**, présentée par M. Debray.

« Suivant les auteurs, cet hydrate se produit quand une solution de sulfate d'alumine cristallise à basse température; mais nous n'avons trouvé nulle part indiquées les conditions exactes dans lesquelles il se forme. De nos recherches, il résulte que les températures auxquelles correspond sa formation sont situées au-dessous de $9^\circ,5$.

» Pour le préparer avec certitude, nous prenons une masse humide de cristaux de sulfate neutre à 16 HO et nous l'abandonnons pendant quelques jours à la température de 6° à 8°; il se forme d'abord en quelques points de la masse des agglomérations de cristaux qui se développent peu à peu. Suivant M. Pisani, ces cristaux sont des prismes hexagonaux surmontés d'un rhomboèdre placé sur les angles comme dans la dioptase (silicate de cuivre). Ces prismes sont souvent modifiés.

» Aussitôt que la température du milieu ambiant s'élève au-dessus de $9^\circ,5$, la formation devient impossible; si même une certaine quantité de cristaux à 27 HO s'était produite dans la masse humide du sulfate à 16 HO, elle se détruit et le tout repasse à l'état primitif; cet effet se constate surtout entre 10° et 11°.

» La production des cristaux est singulièrement accélérée si, dans la masse humide de sulfate à 16 HO, on ajoute quelques cristaux de l'hydrate à produire; chacun d'eux devient un centre autour duquel de nouveaux cristaux s'ajoutent rapidement.

» Une masse présentant quelques prismes d'hydrate à 27 HO, agitée et mélangée intimement, passe en quelques heures à l'état de cristaux à 27 HO; abandonnée à elle-même, la transformation eût demandé plusieurs jours.

» Ces phénomènes se rapprochent de ceux qui ont été observés par M. Gernez sur la modification du soufre en cristaux octaédriques. Il y a là sans doute une loi générale.

» Quand la température du milieu ambiant est supérieure à 10°, la

présence même de cristaux à 27HO dans la masse à 16HO n'a pas d'effet utile ; au contraire, le phénomène inverse se produit, les cristaux ajoutés disparaissent et sont ramenés à l'état d'hydrate type.

» A l'air libre, l'hydrate à 27HO perd de l'eau et revient à 16HO, mais il se conserve aisément en flacons bouchés. Il passe alors par toutes les températures ordinaires sans décomposition ; les cristaux produits pendant l'hiver, laissés tout l'été au laboratoire dans des flacons bouchés, ne présentent à l'automne aucune modification.

» Une action mécanique (l'écrasement des cristaux avec une baguette de verre ou la pression du doigt) suffit pour les faire passer à l'état de bouillie onctueuse, formée de cristaux enchevêtrés de sulfate à 16HO.

» Une dissolution de sulfate d'alumine renfermant des cristaux de sulfate à 16HO, résultat d'une cristallisation lente, abandonnée aux températures inférieures à 9°, ne donne pas un mélange des deux hydrates; l'accroissement des cristaux à 16HO continue même à des températures inférieures à 6°.

» L'eau en excès paraît entraver la formation de cet hydrate; il ne se produit pas dans une dissolution de sulfate d'alumine refroidie, tandis que dans les mêmes conditions de température on l'obtient rapidement en opérant sur une masse de cristaux à 16HO seulement humide.

» Ce mode de cristallisation permet d'obtenir du sulfate d'alumine très pur, l'eau mère se séparant plus facilement de ces cristaux que de ceux à 16HO : on peut ainsi, par une ou deux cristallisations, obtenir des produits à 27HO de plus en plus épurés, qu'on ramène ensuite à 16HO par une nouvelle cristallisation à température plus élevée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Saponification des éthers simples aromatiques par les corps neutres*. Note de M. **A. Colson**, présentée par M. Friedel.

« I. *Action de l'eau.* — Après avoir isolé les éthers simples dérivés des glycols xyléniques, j'ai cherché si les limites de saponification par l'eau de ces trois isomères présentent des différences analogues à celles que l'on constate dans la série grasse pour les éthers isomériques des alcools primaires, secondaires, tertiaires. A cet effet, j'ai chauffé en tubes scellés, à 100°, pendant des temps variables, des quantités d'éthers bromhydriques et d'eau calculées selon l'équation

$$C^6H^4(CH^2Br)^2 + 2H^2O = C^6H^4(CH^2OH)^2 + 2HBr,$$

et, dans chaque expérience, j'ai dosé l'acide bromhydrique mis en liberté à l'aide d'une solution titrée de soude placée dans un compte-gouttes :

Quantités d'acide libre après	$1^h 45^m$.	22^h.	114^h.	216^h.
	gouttes	gouttes	gouttes	
Bibromure de paraxylène	28	45	47	décomposé
» d'orthoxylène	12	48	décomposé	»
» de métaxylène	8	45	48	»
» mésitylénique $C^6H^3(CH^3)(CH^2Br)^2$	»	30	48	»

» 1° La limite de saponification est donc atteinte plus rapidement que pour les éthers gras ; 2° elle est la même pour les trois isomères et probablement pour tous les éthers homologues (bibromure mésitylénique) ; 3° la vitesse de saponification seule distingue les trois isomères l'un de l'autre ; 4° la quantité d'acide dégagée n'est que d'environ 9 pour 100 de l'acide total dans le cas des bibromures, et par conséquent inférieure à la quantité qu'abandonne un bromure gras primaire ; 5° dès que cette proportion de 9 pour 100 est dépassée à la longue, les corps aromatiques se décomposent rapidement.

» II. *Action des alcools.* — MM. Friedel et Crafts ont établi que, dans l'action d'un alcool sur un éther à acide organique, il y a échange des radicaux alcooliques sans mise en liberté d'eau ni d'acide, ainsi que dans l'action d'un alcool sur l'éther d'un hydracide ; mais, dans ce second cas, une autre réaction engendre des éthers analogues à l'éther ordinaire avec dégagement d'hydracide. J'ai cherché si les alcools se comportaient de même à l'égard des éthers aromatiques, et j'ai déterminé les vitesses de décomposition des trois isomères et les limites relatives à ces décompositions. Des poids égaux d'alcool ordinaire et d'éthers xyléniques, abandonnés plusieurs jours à une température de 30°-32°, fournissent :

Quantités d'acide libre après	46^h.	120^h.	216^h.
	gouttes	gouttes	gouttes
Paraxylène bibromé	3	5	8
Orthoxylène bibromé	10	15	25
Metaxylène bibromé	16	27	72 (Le liquide avait rougi)

» Après deux cent seize heures de contact, les quantités de bibromure disparu étaient, sur 400^{mgr} employés : 23^{mgr} pour le paradérivé ; 48^{mgr} pour l'orthodérivé ; 140^{mgr} pour le paradérivé. Ces quantités sont sensiblement proportionnelles aux quantités d'acide libre, d'où : 1° les éthers aromatiques sont, à basse température, plus rapidement attaqués par l'alcool que les éthers gras primaires ; 2° la vitesse de saponification est maxima

pour le méta, minima pour le paraxylène. Ces conclusions sont encore vraies à la température de 100°. Elles expliquent les erreurs de MM. Radzisewski et Wispeck, qui, n'obtenant jamais les autres xylènes exempts de paraxylène, ont pris les dérivés de ce dernier corps pour des substitutions de la méta et de l'orthosérie.

» Chauffés à 100°, en tubes scellés, avec l'alcool amylique en proportions conformes à l'équation

$$C^6H^4(CH^2Br)^2 + 2C^5H^{11}OH = C^6H^4(CH^2OC^5H^{11}) + 2HBr,$$

les trois éthers ont donné les résultats suivants :

Quantités d'acide libre au bout de	6h.	22h.	23h.	54h.
	gouttes	gouttes	gouttes	gouttes
Bibromure de paraxylène.................	28	24	24	»
» orthoxylène...............	25	26	»	»
» métaxylène................	?	26	»	»
Bichlorure de paraxylène.................	26	»	35	24
	mgr	mgr	mgr	mgr
Bibromure inattaqué, parasérie, sur 400mgr..	185	»	190	»
» orthosérie..........	196	165	»	»
» métasérie..........	»	60	»	»
Bichlorure inattaqué, parasérie, sur 294mgr..	277	258	»	167

» On voit : 1° que les chlorures se décomposent moins vite que les bromures correspondants; 2° dans chaque série, il semble que la réaction est limitée par la mise en liberté d'une même quantité d'acide (5 pour 100 environ de l'acide total); mais que cette constance de limite ne s'applique pas aux autres corps qui se trouvent en présence.

» La décomposition presque totale du métadérivé, jointe à la faible quantité d'acide libéré, s'explique par la formation de bromamyline,

$$C^6H^4(CH^2Br)^2 + C^5H^{11}OH = C^6H^4CH^2BrOC^5H^{11} + HBr,$$

qui ne nécessite que la moitié de l'alcool mis en œuvre pour détruire tout l'éther xylénique; l'autre moitié absorbant H Br.

» *Conséquence.* — Les éthers de la série aromatique s'attaquant par les alcools avec rapidité à 100° et très sensiblement à la température ordinaire, il faudra se garder d'employer ce solvant dans le traitement de ces composés.

» III. *Action des éthers.* — Les alcools R OH réagissant sur les bromures aromatiques donnent des réactions complexes dues, je le pense, à leur constitution dissymétrique : elles se comportent comme de véritables bases

mixtes, échangeant tantôt le groupe OH, tantôt le groupe RO; tandis que l'eau ne donne naissance qu'à une série de corps, les alcools aromatiques; or, comme l'eau, les éthers ROR, tels que l'éther ordinaire, sont des bases simples qui ne fournissent qu'une seule série de corps (des éthylènes avec l'éther ordinaire, des méthylines avec l'oxyde de méthyle, etc.) On est donc porté à croire, par raison d'analogie, qu'il existe une marche et une limite uniques dans l'action de l'éther ordinaire sur les bibromures aromatiques.

» D'abord la réaction suivante se fait avant destruction des corps premiers par la chaleur :

$$C^6H^4(CH^2Br)^2 + 2C^2H^5\text{-}O\text{-}C^2H^5 = C^6H^4(CH^2OC^2H^5)^2 + 2C^2H^5Br.$$

» Elle est peu sensible à 100°, tandis qu'à 150°, et surtout à 185°, elle est notable, même après quelques heures, car on recueille entre 40° et 45° un liquide sucré, plus lourd que l'eau : c'est le bromure d'éthyle (¹). »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Le microbe de la fièvre jaune. Inoculation préventive.* Note de MM. **D. Freire** et **Rebourgeon**, présentée par M. Bouley.

« En 1880, le Dr Domingos Freire, professeur de Biologie à la Faculté de Médecine de Rio de Janeiro, dans un Mémoire paru sur ses travaux scientifiques, publiait déjà le résultat de ses premières découvertes sur le microbe de la fièvre jaune et sur l'emploi du salicylate de soude comme moyen curatif. Depuis ce moment, M. Freire n'a cessé d'étudier la question, mais alors en l'envisageant sous son véritable point de vue, c'est-à-dire celui de la nature microbienne de cette fièvre, de la culture possible de son microbe, de ses transformations physiologiques et chimiques, et enfin de son atténuation. Aujourd'hui, après une expérimentation rigoureuse, M. Freire donne les preuves de la contagion, et démontre, chez les malades de la fièvre jaune, l'existence d'une ptomaïne dont il indique les caractères. La culture du microorganisme et la reproduction artificielle de la matière noirâtre des vomissements, la nature infecto-contagieuse de la maladie, et enfin l'inoculation préventive à l'aide d'un liquide de culture atténué, ont été l'objet de ses recherches.

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Grimaux, à l'École Polytechnique.

» Quand on examine le sang d'un sujet récemment mort de la fièvre jaune, ou mieux encore le sang d'un animal inoculé et sur le point de mourir du même mal, on remarque sous le champ du microscope : 1° une quantité considérable de microcoques extrêmement petits, d'apparence hyaline, 2° des corps d'apparence cellulaire, n'atteignant que le quart du volume d'un globule du sang, 3° ces mêmes corps cellulaires plus gros et plus opaques, 4° de grosses cellules affectant la forme d'une cellule épithéliale, d'aspect noirâtre, montrant leur tunique d'enveloppe déchirée, et laissant échapper une quantité des microcoques signalés plus haut.

» D'un autre côté, si, dans un bouillon de culture approprié, en s'entourant des précautions voulues, on cherche à cultiver le microcoque trouvé dans le sang à la température de 38° ou 39°, on le voit successivement se transformer en quelques heures et passer par tous les états que nous venons d'indiquer. Si on laisse le liquide en repos, la partie inférieure est entièrement noirâtre; l'observation microscopique démontre que ce dépôt n'est formé que des enveloppes cellulaires du micro-organisme arrivé à sa dernière période d'action. L'analyse chimique démontre, en outre, que cette enveloppe cellulaire s'est transformée en ptomaïne. Il est donc facile de déduire de cette série d'observations que la fièvre jaune est déterminée par la présence, dans le sang, d'un cryptocoque qui suit rapidement toute sa phase d'évolution, et que la matière noirâtre du vomissement ou des déjections des malades n'est formée que par les débris de ce même cryptocoque, devenus toxiques par leur transformation en ptomaïne, et non par des globules du sang, déposés sous forme hémorrhagique, comme on l'a cru pendant longtemps.

» Encouragé par ses découvertes successives, et procédant toujours avec la rigueur expérimentale nécessaire, M. Freire est arrivé à atténuer le virus de la fièvre dans un liquide de culture, et à le transformer en un virus bénin ou vaccinal. Au mois de novembre dernier, l'Empereur du Brésil, cet illustre Mécène de la Science, assisté du Ministre de l'Empire et des principaux membres de la Faculté de Médecine, a voulu consacrer l'œuvre de M. Freire, et l'autorisation a été donnée de commencer les vaccinations dans l'espèce humaine. L'exemple donné par nous n'a pas tardé à produire des résultats, et en quatre mois le chiffre des vaccinés a dépassé 400.

» Les phénomènes observés à la suite de la vaccination ne sont autres que ceux que l'on remarque dans la fièvre jaune très bénigne : douleurs intraorbitaires et sus-orbiculaires, céphalalgie peu intense, perte d'appétit,

élévation de la température, lassitude dans les membres. Mais tous ces symptômes cessent au bout de deux ou trois jours au plus, et le sujet recouvre la santé. Si l'on examine le sang des vaccinés, quelques heures après l'inoculation, on retrouve le microcoque de la fièvre jaune, mais il ne transforme plus sa tunique d'enveloppe en ptomaïne : il n'est par conséquent plus toxique, se résorbe peu à peu et finit par disparaître.

» L'expérimentation n'a pu encore démontrer combien de temps peut durer l'immunité conférée par cette inoculation préventive; mais cette immunité, au début, est absolument certaine, et les exemples les plus frappants nous l'ont démontrée. Parmi nos inoculés, un grand nombre ont pu vivre dans des milieux absolument contaminés, voyant tous les jours autour d'eux la fièvre jaune éclaircir leurs rangs, sans ressentir la moindre atteinte du mal. Nous avons vu également, dans le cours de nos expériences, alors que, sous l'influence des hautes températures de ces régions, les laboratoires étaient littéralement envahis par le microbe, les animaux nouvellement achetés comme sujets d'expérience mourir spontanément et en quelques heures de la fièvre jaune, tandis que des centaines d'autres, inoculés préventivement, ont parfaitement résisté, donnant tous les signes d'une parfaite santé.

» Je termine en demandant d'établir, pour M. Freire, la question de priorité et en promettant de donner très prochainement de nouveaux détails, appuyés toujours sur l'expérimentation. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les effets de l'insufflation des poumons par l'air comprimé.* Note de MM. **Gréhant** et **Quinquaud**, présentée par M. Bouley.

« En répétant l'expérience faite par M. Gréhant, en 1870, sur l'abaissement de la pression du sang dans les artères, par l'insufflation de l'air comprimé dans les poumons, nous avons observé des faits nouveaux.

» Le dispositif de nos expériences a été très simple : un gazomètre en zinc contenant 150lit d'air et portant, soudés à la partie supérieure, deux robinets dont l'un communiquait par un tube en caoutchouc avec un entonnoir double à déversement qui recevait un courant d'eau continu et que l'on pouvait maintenir à une hauteur constante, élever ou abaisser, pour obtenir une certaine pression de l'air du gazomètre; l'autre robinet était muni d'un tube de caoutchouc, servant à insuffler l'air comprimé

dans les poumons; sur le trajet de ce tube existait un tube en T, communiquant avec la petite branche d'un manomètre à mercure à air libre. Dans l'artère carotide, on introduisait une canule de verre mise en rapport avec un cardiomètre analogue à celui de Magendie, qui, avec un flotteur muni d'un style, traçait sur un cylindre de M. Marey la courbe de pression normale. Dans certaines expériences, on introduisait en même temps par la veine jugulaire une longue sonde dans le cœur droit; le pavillon de cette sonde, uni à un second cardiomètre, transmettait la pression du sang ventriculaire, pression qui s'inscrivait sur le même cylindre; pendant l'inscription des pressions, on unissait rapidement la trachée au gazomètre, et on voyait immédiatement s'abaisser la pression artérielle et s'élever la pression dans le ventricule droit.

» *Exemple.* — Chez un chien dont la pression moyenne dans l'artère carotide était voisine de 12^{cm}, l'insufflation pulmonaire d'air soumis à une pression de 35^{mm} de mercure ou $47^{cm},5$ de colonne d'eau a produit un abaissement de 7^{cm}, presque subit, de la pression sanguine, de sorte que le style se tenait à 5^{cm} au-dessus du zéro; on cessait l'insufflation : aussitôt la pression remontait jusqu'à 14^{cm}, c'est-à-dire à un niveau plus élevé que normalement.

» L'air insufflé à la pression de 1^{cm} de mercure abaisse déjà la pression artérielle de 4^{cm} environ; insufflé à la pression de 8 à 10^{cm}, l'air distend les poumons et la pression artérielle devient égale à 3 ou 4^{cm}.

» Mais nous avons observé un autre fait très important : si l'on maintient dans les poumons, d'une manière continue, de l'air soumis à la pression de 8^{cm} de mercure, au bout d'une minute, l'animal urine, étend les pattes; les mouvements respiratoires deviennent rares, les battements du cœur persistent; après quatre minutes, la respiration est agonique; après cinq minutes et demie, les battements du cœur sont imperceptibles : à l'autopsie, nous avons trouvé des bulles d'air dans les vaisseaux; *le sang du cœur gauche et du cœur droit était rempli d'une mousse abondante, comme si l'on avait injecté de l'air dans les vaisseaux.* Dans une autre expérience, nous avons constaté l'apparition, dans le bout central de la carotide, de nombreuses bulles d'air, une minute et demie après l'injection dans la trachée de l'air soumis à la pression de 8^{cm} de mercure.

» Sous la pression de 65^{mm}, les bulles d'air ont apparu dans le sang artériel trois minutes après le début de l'insufflation.

» Chez un lapin, en insufflant de l'air à la pression de 30^{mm}, nous avons obtenu un abaissement de pression artérielle; puis, l'insufflation étant

maintenue à 37^{mm} de mercure, l'animal présenta, au bout d'une minute, des mouvements convulsifs et l'insensibilité de la cornée; après une minute quarante-cinq secondes, des bulles d'air très abondantes apparurent dans le sang carotidien.

» La pénétration d'air dans les artères démontre une déchirure des voies aériennes et sanguines; disons ici que les manœuvres de respiration artificielle ont été inefficaces pour ramener les animaux à la vie.

» Nous avons constaté, en outre, à la surface pleurale des poumons, de petites déchirures linéaires avec des pressions de 8 et 10^{cm} de mercure.

» On peut déduire de nos expériences qu'il est très dangereux, quand on pratique la respiration artificielle chez l'homme ou l'enfant nouveau-né, d'insuffler l'air avec une trop grande énergie; il faut donc éviter de trop distendre les poumons, attendre que par leur élasticité ils diminuent de volume et produisent le mouvement d'expiration (1). »

CHIMIE AGRICOLE. — *Recherches sur la saccharogénie dans la betterave.* Note de M. **Aimé Girard**.

« Les recherches que je poursuis depuis plusieurs années sur le développement de la betterave m'ont permis, en 1883, d'établir l'origine du sucre cristallisable que la souche de cette plante emmagasine pendant la première année de sa végétation. Dans une Note sommaire présentée à l'Académie le 3 décembre 1883, j'ai montré que, formé directement dans les limbes des feuilles et sous la dépendance de la lumière, le saccharose était ensuite, et par le pétiole, délivré à la souche, à l'exclusion des sucres réducteurs.

» Les faits que m'avait permis de constater, en 1883, l'étude de la composition diurne et nocturne des différentes parties de la betterave exigeaient cependant une vérification nouvelle, et cette vérification, je l'ai poursuivie en 1884. Pour donner plus de force aux résultats de cette nouvelle campagne, j'ai modifié les conditions expérimentales dans lesquelles je m'étais placé l'année dernière; au lieu d'opérer à des époques éloignées, j'ai concentré mes essais dans une période continue de trois semaines consécutives.

» C'est entre le 15 août et le 8 septembre que j'ai placé cette période

(1) Ce travail a été fait au Muséum d'Histoire naturelle, dans le laboratoire de Physiologie générale, dirigé par M. le professeur Rouget.

d'expérience. Dès son début, le temps chaud et lumineux des semaines précédentes a fait place à un temps souvent couvert et finalement orageux; la lumière a rarement été vive. La confirmation des faits que j'ai précédemment établis n'en a été que plus frappante; si faible, en effet, que fût la proportion de saccharose à la fin du jour, je l'ai toujours retrouvée, à 4^h du matin, diminuée de moitié environ. C'est ce que montrent les nombres suivants :

		Eau.	Saccharose.	Sucres réducteurs.	Matières organiques autres.	Matières minérales.	Rapport du saccharose à 100 de glucose
18-19 août.	4^h soir.......	88,07	0,92	1,54	6,57	2,90	60
	4 matin.....	88,96	0,35	1,14	6,62	2,89	30
20-21 »	4 soir.......	87,44	0,42	0,95	7,85	3,34	45
	4 matin.....	88,06	0,26	0,98	7,42	3,28	26
22-23 »	4 soir.......	87,86	0,40	1,60	7,40	2,74	25
	4 matin.....	88,35	0,18	1,14	7,35	2,98	16
25-26 »	4 soir.......	87,65	0,49	1,83	7,14	2,89	27
	4 matin.....	88,88	0,22	1,55	6,27	3,08	14
27-28 »	4 soir.......	88,53	0,42	1,86	6,67	2,52	22
	4 matin.....	87,74	0,19	1,76	7,15	2,56	10
29-30 »	4 soir.......	87,47	0,72	1,40	7,43	2,98	51
	4 matin.....	88,08	0,48	1,55	7,03	2,86	31
1er-2 sept..	4 soir.......	88,30	0,65	2,07	6,37	2,61	31
	4 matin.....	88,47	0,23	1,84	6,70	2,76	12
3-4 »	4 soir.......	87,50	0,32	2,22	7,31	2,65	14
	4 matin.....	87,95	0,27	2,04	7,17	2,57	13
5-6 »	4 soir.......	87,37	0,71	2,26	6,87	2,79	31
	4 matin.....	87,63	0,51	2,91	6,11	2,84	17

» De l'examen des nombres qui précèdent, résultent, d'une manière certaine dorénavant, d'une part, le fait essentiel de la formation diurne du saccharose dans les limbes, sous l'influence de la lumière, d'une autre, l'émigration de ce saccharose vers la souche.

» En consultant, d'ailleurs, les registres si complets de l'observatoire du parc de Saint-Maur, que M. Renou a bien voulu mettre à ma disposition, j'ai reconnu que les variations diurnes du saccharose, malgré leur peu d'étendue, ont été presque toujours, pendant cette période, en rapport avec les variations de lumière que la nébulosité d'un ciel souvent couvert a déterminées.

» Quant aux sucres réducteurs dont j'avais vu précédemment la proportion rester sensiblement la même jour et nuit, je l'ai vue, cette année, tantôt ne point varier à ces deux moments, tantôt diminuer la nuit, tantôt

augmenter, au contraire, montrant ainsi que ces variations dépendent de phénomènes secondaires sur la nature desquels je ne suis pas encore fixé.

» Pour obtenir les résultats résumés dans cette Note, j'ai dû prendre des précautions particulières au point de vue de l'échantillonnage des feuilles; chaque bouquet de feuilles, en effet, possède, au point de vue saccharogénique, des aptitudes personnelles, et ce serait s'exposer à de graves erreurs que de choisir au hasard une série de bouquets de feuilles le soir, une autre série le matin.

» L'expérience suivante, exécutée le 24 septembre, à la suite de journées lumineuses, le démontre. Quatre sujets voisins, A, B, C, D, ont été choisis, dont le bouquet a été coupé et analysé par moitié le 24, à 4^h du soir, par moitié, le 25, à 4^h du matin. Les résultats ont été les suivants :

	A.		B.		C.		D.	
	Jour.	Nuit.	Jour.	Nuit.	Jour.	Nuit.	Jour.	Nuit.
Saccharose.......	1,42	0,45	2,10	0,29	0,45	0,12	1,13	0,67
Sucres réducteurs.	2,91	2,40	2,33	1,33	1,68	1,17	2,73	2,25
Rapp. du sacchar. à 100 de glucose.	48	18	90	21	26	10	41	30

» Pour éviter les erreurs du genre de celles qu'aurait déterminées l'analyse de jour de bouquets semblables à C, je suppose; le matin, de bouquets semblables à D, j'ai pris le soin, pour chacun de mes essais, de sacrifier le soir l'une des moitiés des feuilles de dix sujets choisis avec soin; le lendemain matin, l'autre moitié.

» C'est en prenant, pour l'échantillonnage, les mêmes précautions, que j'ai pu, par une analyse dernière, apporter de la formation du saccharose dans les limbes, sans le concours de la souche, une preuve nouvelle. Cette expérience a consisté à choisir, dans la même pièce, dix sujets semblables, à enlever à chacun d'eux trois feuilles bien vivaces le soir, à 4^h, trois feuilles encore le lendemain, à 4^h du matin, pour aussitôt analyser les unes et les autres, et à détacher enfin de chaque bouquet trois autres feuilles que j'ai, dans des vases remplis d'eau légèrement saline, exposées pendant tout un jour, ainsi séparées de la souche, à l'action du soleil, et, après cette insolation, à 4^h du soir, analysées comme les précédentes.

» Dans ces conditions, j'ai vu le saccharose disparaître d'abord pendant la nuit, puis se reformer sous l'influence de la lumière solaire, dans les limbes des feuilles rendus ainsi indépendants du reste de la plante.

» Les résultats de cette triple analyse fournissent, de la théorie que j'ai donnée, une confirmation saisissante :

	24 septembre, 4h soir.	26 septembre, 4h matin.	26 septembre, 4h soir.
Eau	86,24	87,62	85,15
Saccharose	1,04	0,60	1,83
Sucres réducteurs	3,17	2,72	2,66
Matières organiques autres	7,27	6,88	8,02
Matières minérales	2,28	2,18	2,34
	100,00	100,00	100,00
Rapport du saccharose à 100 de glucose	33	22	68

» L'intervention de la lumière à la formation du saccharose, la production directe de ce saccharose dans les limbes de la betterave, son émigration vers la souche à travers le pétiole, peuvent donc être considérées aujourd'hui comme des faits nettement établis.

» Ces faits ont, non seulement au point de vue scientifique, mais encore au point de vue pratique, une importance que l'on ne saurait méconnaître. En nous apprenant que c'est du fonctionnement des limbes que dépendent directement la formation du saccharose et, par suite, son emmagasinage dans la souche, ils indiquent à quel degré le cultivateur et le producteur de graines de betteraves doivent se préoccuper de la nature et de l'aptitude saccharogéniques des organes aériens des sujets qu'ils destinent à la reproduction. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur la fermentation peptonique.* Note de M. V. Marcano, présentée par M. Berthelot.

« Caraca, Venezuela.

» Pour transformer en peptone un albuminoïde quelconque, la fibrine par exemple, on s'est toujours servi jusqu'à présent de l'action combinée de la pepsine animale et de l'acide chlorhydrique qu'on sature ensuite, une fois terminée la digestion à l'étuve, par du carbonate de sodium. Ce procédé est du reste le seul dont on ait fait usage couramment, parce que les pepsines végétales sont bien loin de se prêter à une utilisation pratique. La peptone ainsi obtenue, d'un prix de revient trop élevé pour permettre l'emploi dont est capable un aliment si précieux, présente en outre plusieurs inconvénients. D'abord, le produit est loin d'être pur ; il est chargé de

chlorure de sodium qu'on ne peut séparer que par dialyse ; il présente une odeur repoussante et sa conservation est difficile.

» Déjà M. Duclaux, dans ses *Etudes sur le lait*, avait étudié des microbes qui transforment la caséine et plusieurs autres albuminoïdes en peptone. Ensuite, M. Chicandard avait constaté que la panification consiste surtout dans la peptonisation du gluten de la farine par l'action d'une bactérie, résultats auxquels j'étais aussi arrivé moi-même, tout en démontrant en outre la transformation simultanée de la fécule en dextrine sucre et alcool par le même organisme, du moins dans la fermentation panaire sous les tropiques.

» On a donné le nom de *fermentation peptonique* à cette transformation des albuminoïdes en peptone par l'action vitale de micro-organismes, fermentation qui d'ailleurs était restée sans aucune espèce d'application.

» L'étude des fermentations sous les climats tropicaux m'a permis d'obtenir, sur la fermentation peptonique, des résultats inattendus, d'une netteté remarquable. Je me borne à présenter ici la suite des faits, dégagés de toute hypothèse, et sans même chercher à préciser jusqu'à quel point ils se plient ou non à toutes les théories admises.

» Si on laisse tomber quelques gouttes de sève d'*Agave*, par exemple, sur de la viande hachée, recouverte d'eau et mise dans un flacon qu'on place à l'étuve (35°-40°), on détermine une fermentation active et immédiate, avec dégagement de gaz inodores; trente-six heures après, la fibrine a disparu et l'on obtient un liquide chargé de peptone, dont le poids total, quand elle a été séchée à l'étuve, représente 20 pour 100 de celui de la viande employée à l'état frais.

» Pour démontrer qu'on a affaire à une fermentation figurée, j'ai saturé de chloroforme le jus de l'agave, et j'ai constaté que cet antiseptique lui enlève toujours le pouvoir de transformer la fibrine en peptone.

» Pour lever toute espèce de doute à cet égard, j'ai ensemencé, par cultures successives, dans des solutions sucrées, quelques gouttes de sève d'*Agave*; la dernière, qui montrait au microscope une belle *mucorinée* très développée, mise sur de la viande et de l'eau, a dissous la fibrine tout aussi bien que le jus primitif.

» Ces faits ne sont pas particuliers à l'*Agave*; je les ai retrouvés identiques, à l'intensité près, vis-à-vis de chaque albuminoïde, dans un grand nombre de sèves et jus de fruits. La sève du *Papayer*, malgré la pepsine qu'elle renferme, s'est montrée d'une faiblesse relative, qui fait contraste avec l'activité peptonisante d'autres jus dont il est impossible d'ex-

traire aucune diastase digestive, le jus de la canne à sucre par exemple.

» La peptone brute, qu'on obtient par ce procédé, donne à l'analyse 10 pour 100 d'azote, en moyenne, et une teneur en sels minéraux qui atteint seulement 1,4 pour 100. De plus, ses réactions caractérisent une peptone très pure, puisqu'on n'obtient point le moindre précipité avec le ferrocyanure de potassium additionné d'acide acétique, ce qui révèle une digestion parfaite malgré sa rapidité.

» Le mécanisme de la solubilisation de la fibrine par fermentation figurée corrobore les idées générales qu'on admet relativement à la manière d'agir des infiniment petits sur les substances insolubles : en même temps que la peptone, il se fait aussi de la pepsine, qu'on isole facilement par le procédé connu, au moyen de l'acide phosphorique et de l'eau de chaux.

» J'ai cherché à déterminer s'il se produit de l'alcool éthylique, dans la fermentation peptonique. L'analyse démontre que, pendant la peptonisation de 4^{kgr} de viande, il se forme à peine $0^{cc},5$ d'alcool.

» Parmi les produits de la fermentation peptonique, il est aisé de signaler la présence de l'acide lactique.

» La fermentation peptonique constitue un moyen simple et économique pour préparer en quelques heures de la peptone très pure et à bas prix. On pourrait l'appliquer avantageusement, sur une grande échelle, pour exporter la viande sous une forme autrement nutritive et économique que celle des *extraits de viande*.

» Je joins à cette Note un flacon du produit brut qu'on obtient par simple évaporation de l'eau mère filtrée d'une fermentation épuisée. »

MINÉRALOGIE. — *Origine et mode de formation des phosphates de chaux en amas dans les terrains sédimentaires. Leur liaison avec les minerais de fer et les argiles des horizons sidérolitiques.* Note de M. **Dieulafait**, présentée par M. Berthelot.

« *Résumé et conclusions principales.* — I. Contrairement aux idées généralement admises, mes recherches m'ont conduit à cette conclusion, que les eaux qui ont creusé les roches calcaires des causses du sud-ouest de la France et déposé les phosphorites étaient *des eaux extérieures*, qui ont, par conséquent, circulé *de haut en bas*. — 1° Dans l'hypothèse d'une eau ascendante, les cavités iraient en augmentant de bas en haut : c'est le

contraire qui existe. — 2° Les énormes volumes de calcaire enlevés, atteignant souvent plusieurs milliers de mètres cubes pour un seul système de cavernes, auraient constitué, dans le cas d'une eau ascendante, des masses de tufs aux environs des bouches des cavernes, sur les plateaux des causses, tandis qu'on n'en voit jamais apparaître la moindre trace. — 3° Il en serait de même pour les phosphorites : on en trouverait en traînées sur les flancs des coteaux. — 4° Des eaux ascendantes auraient attaqué régulièrement les calcaires pour chaque niveau, ce qui n'a jamais lieu. — 5° Les eaux venant d'en bas, les phosphorites se seraient déposées avec régularité, au moins pour chaque niveau, ce qui n'existe jamais. — L'hypothèse d'une eau descendante explique au contraire, jusque dans les détails, les faits révélés par l'étude physique et chimique des matériaux complexes que renferment les cavernes des causses; mais, en outre, ce n'est pas, comme celle de l'eau ascendante, une hypothèse absolument gratuite et à tout jamais invérifiable.

» II. Les phosphates et les matériaux nombreux qu'on rencontre dans les cavernes des causses sont de l'âge de l'éocène supérieur. Les sédiments qui recouvrent directement les calcaires à gisements de phosphorites appartiennent à ce même éocène supérieur : ils sont de l'âge des gypses de Paris. Par une série de recherches géologico-chimiques, j'ai pu arriver à établir que l'éocène supérieur, dans le sud-ouest de l'Europe, est caractérisé par ce grand fait que, à cette époque, il s'est formé, en beaucoup de régions, des lagunes, dont l'eau en s'évaporant a abandonné, comme celle des lagunes de l'époque actuelle, des boues ferrugineuses, et, plus tard, du gypse et du sel gemme. C'est ce qui a eu lieu dans les régions des causses, où, en bien des points, il existe des gypses industriellement exploités. Ces eaux de lagunes sont riches en phosphates, et attaquent les calcaires avec une grande énergie.

» III. La quantité de phosphates contenue dans les calcaires, dont la disparition a produit les vides qui existent dans les montagnes des causses, était plusieurs fois égale à celle qu'on trouve aujourd'hui isolée dans les cavernes. C'est donc dans ces calcaires qu'il faut chercher la source principale des phosphorites des causses, en ne perdant pas de vue cependant que les eaux et les boues des lagunes de l'éocène ont fourni un contingent qui n'est pas à négliger.

» IV. Les calcaires des causses, attaqués par un acide faible, laissent pour résidu un dépôt argileux, identique aux argiles des cavernes à phosphorites.

Dans les argiles des cavernes on rencontre souvent du minerai de fer en grain. A part les phosphorites, l'ensemble de ces dépôts ferro-argileux des causses se rapporte complètement à ce grand ensemble si spécial, connu dans toute l'Europe, et que beaucoup de géologues ont élevé à la dignité de *terrain* sous le nom de *terrain sidérolitique*. L'opinion générale des savants voit dans ce complexe ensemble un produit éruptif d'origine geysérienne. Je suis arrivé à ce résultat, que l'opinion précédente constitue une erreur complète. D'abord, un grand fait d'observation domine toute cette question des terrains sidérolitiques : *ils sont toujours en rapport direct avec des dépôts de calcaires*, et même *de calcaires compacts*. Comment, dès lors, admettre que, si ces produits complexes étaient venus des profondeurs du globe, ils ne seraient jamais sortis que dans les dépôts de calcaires? C'est évidemment impossible. Toutefois la question est si importante par elle-même, et surtout par ses conséquences, que je l'ai étudiée autant qu'il était en mon pouvoir, et cela en lui appliquant l'instrument ordinaire de mes recherches : l'analyse chimique. J'ai recueilli, dans le Jura suisse, le Jura français, les Alpes, les Pyrénées, le midi de la France, le Berry, le Nivernais, la Haute-Saône, soixante-huit échantillons de minerais de fer et d'argiles sidérolitiques et soixante-huit échantillons de calcaires avec lesquels ces produits sidérolitiques étaient en contact; j'ai ensuite étudié comparativement, au point de vue chimique, chaque couple de produits : partout s'est révélée une liaison complète, au point de vue de la composition et, par suite, de l'origine, entre chaque minerai sidérolitique et le calcaire qui le supportait. En particulier, j'ai eu l'explication de ce double fait, qui depuis l'origine de la Chimie préoccupe les ingénieurs et les industriels : Pourquoi les minerais de fer sidérolitiques sont-ils toujours phosphoreux, et pourquoi le sont-ils souvent au point d'être inexploitables?

» Ils sont phosphoreux parce qu'ils proviennent toujours, en grande partie, de la destruction de roches calcaires sédimentaires, lesquelles renferment constamment des phosphates : ils sont plus ou moins phosphoreux, suivant que la roche calcaire dont ils dérivent, comme résidu insoluble, est elle-même plus ou moins riche en phosphates. Il résulte de ce qui précède que les dépôts sidérolitiques sont des produits complexes, dérivant, pour une partie, d'eaux et d'argiles de lagunes, et pour l'autre, de l'attaque de calcaires par ces mêmes eaux. La manifestation principale des produits sidérolitiques correspond à la formation des lagunes salifères de l'éocène supérieur, mais il s'en est produit à toutes les époques, *depuis que les calcaires prédominent dans les dépôts sédimentaires*, c'est-à-dire depuis la

fin du trias. Ainsi, les bauxites de la période crétacée, beaucoup de minerais de fer de la période jurassique, etc., sont des produits sidérolitiques, identiques dans leur origine à ceux de l'éocène.

» V. On voit, comme conclusion définitive, que les phosphorites des causses et celles des gisements analogues ne sont, malgré leur importance, en elles-mêmes, que de minimes accidents dans les dépôts sidérolitiques, et que ces derniers dépôts, à leur tour, pris dans leur ensemble, ne sont que des exceptions au sein de la série sédimentaire ; mais j'ai commencé, dans ce Mémoire, à établir un fait dont il est inutile de montrer toute la portée, le jour où il serait complètement démontré : c'est que les dépôts sidérolitiques de tous les âges, avec leurs multiples éléments, y compris les phosphorites, sont des produits d'*origine externe*, dont *aucune des parties*, même les plus spéciales et les plus rares, *ne sont venues des profondeurs du globe.* »

ANATOMIE ANIMALE. — *Contributions à l'anatomie et la morphologie des vaisseaux malpighiens des Lépidoptères.* Note de M. N. **Cholodkovsky**, présentée par M. Em. Blanchard.

« Le printemps dernier, j'ai été mis en situation de combler une lacune importante dans mes observations sur les vaisseaux malpighiens des Lépidoptères, que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie. Ayant reçu une quantité de chenilles de la teigne ordinaire (*Tineola Biselliella*), j'ai suivi les métamorphoses des tubes de Malpighi. J'ai déjà montré que la chenille de ce Lépidoptère, comme toutes les autres chenilles et la plus grande partie des Lépidoptères adultes, possède six vaisseaux malpighiens, trois de chaque côté s'unissant dans un tronc commun, que je nomme le *tronc basal*. Ce tronc basal se compose de l'union de deux vaisseaux : l'un est simple dans toute sa longueur, et l'autre se compose, à son tour, de deux tubes simples. Lorsque les métamorphoses du canal digestif et de ses appendices commencent dans la phase de la chrysalide, le ventricule et l'intestin, ainsi que les vaisseaux malpighiens, deviennent très tendres et fragiles, en conservant, néanmoins, leur forme générale. Les noyaux des cellules deviennent pâles et leurs contours sont indistincts; en outre, les cellules du ventricule et des vaisseaux malpighiens, excepté les troncs basaux, succombent à la dégénérescence graisseuse. Les cellules du tronc basal, au contraire, deviennent granulées, opaques et semblent beaucoup

multipliées. La dégénérescence graisseuse de la partie ramifiée des vaisseaux malpighiens va si loin, que la continuité des parties s'interrompt et ces organes se dissolvent totalement; il est fort probable que leurs débris servent comme matériaux nutritifs pour les autres organes pendant les métamorphoses. Si l'on dissèque une chrysalide de la teigne ordinaire dans le deuxième ou troisième jour de cette phase des métamorphoses, on voit que le tronc basal est opaque, gros et plus ou moins allongé; on remarque aussi autour du tube alimentaire les fragments de la partie ramifiée des vaisseaux malpighiens, qui sont tantôt plus ou moins conservés, tantôt bien dégradés. Ces fragments disparaissent bientôt totalement; il ne reste de chaque côté du tube alimentaire qu'un tronc basal très développé, qui continue de croître dans la longueur. Ainsi, ce sont les troncs basaux très agrandis, qui représentent les deux vaisseaux malpighiens de la teigne adulte. Or, voilà dans la phase de la chrysalide le retour vers le type embryonal des vaisseaux malpighiens, qui, d'après Hatschex, apparaissent dans l'embryon comme deux prolongements latéraux du proctodalum. En mettant en parallèle le développement embryonnaire et les métamorphoses dans la phase de la chrysalide avec le développement phylogénétique de l'espèce, nous avons un nouveau motif pour regarder le phénomène, que nous avons décrit, comme un cas particulier et très original d'atavisme: ce n'est pas un atavisme de l'individu, c'est l'atavisme de l'espèce.

» La formation des vaisseaux malpighiens de la chenille des deux prolongements primitifs du proctodalum se passe probablement ainsi : le rameau primitif de chaque côté se divise en deux branches, dont l'une reste non ramifiée pour toujours, et l'autre se ramifie à son tour en deux branches. Alors, la forme à quatre vaisseaux malpighiens, décrite à tort par M. Suckow pour les *Pterophora* et les *Yponomeuta*, est très admissible théoriquement : pour qu'elle existât, il faudrait qu'après l'histiolyse, dans la phase de la chrysalide, le tronc basal se divisât en deux branches et que le développement s'arrêtât à ce point. C'est la forme que j'ai cherchée longtemps et sans succès parmi les Microlépidoptères. Il y a, néanmoins, des espèces, comme la *Tinea misella*, Z., dont les vaisseaux malpighiens rectifient en certaine mesure notre construction théorique. Chez la *Tinea misella*, le tronc basal se divise en deux vaisseaux malpighiens, longs et fins, dont l'un ne se ramifie plus, comme toujours, et l'autre se divise seulement à son bout en deux branches fort courtes. Donc, si l'on ne compte chacune de ces petites branches pour un vaisseau malpighien, il faut dire

que la *Tinea misella* a quatre vaisseaux malpighiens; sinon, nous avons ici une forme intermédiaire entre celle de quatre et celle de six tubes de Malpighi.

» En disséquant divers Microlépidoptères, j'ai rencontré encore une forme des vaisseaux malpighiens qui n'a rien de commun, non seulement avec les vaisseaux malpighiens de tous les autres Lépidoptères, mais même de tous les antres insectes. Cette forme exceptionnelle appartient à la Teigne de la cire, *Galleria cereana*, L. (ou *mellonella*, L.). Les vaisseaux malpighiens de ce Lépidoptère ont, de chaque côté du tube digestif, l'aspect d'un arbre richement et irrégulièrement ramifié. Cet arbre commence par 5 à 6 branches d'un tronc commun très court et large, qui n'est qu'un prolongement latéral du bout antérieur de l'intestin. Cette forme nous rappelle les vaisseaux malpighiens des Scorpions et de quelques Crustacés. J'ai eu le bonheur d'être en état de suivre les métamorphoses de la Teigne de la cire. Sa chenille a les six vaisseaux malpighiens typiques. Dans la phase de la chrysalide, ces vaisseaux malpighiens succombent à une dégénérescence graisseuse complète, puis se dissolvent ; à leur place apparaissent quelques petits troncs autour du bout antérieur de l'intestin, qui croissent et se ramifient rapidement pour former les vaisseaux malpighiens de l'insecte adulte.

» Les espèces de Microlépidoptères que j'ai étudiées appartiennent aux genres suivants : *Botys, Cataclysta, Crambus, Galleria, Teras, Conchylis, Penthina, Grapolitha, Tortrix, Scardia, Blabophanes, Tinea, Tineola, Adela, Nematois, Hyponomeuta, Argyresthia, Plutella, Gelechia, Coleoptora, Elachista, Endrosis, Pteroptorus.*

» J'ai aussi étudié plusieurs espèces de Macrolépidoptères de genres *Papilio, Pieris, Colias, Rhodocera, Lycaena, Limenitis, Vanessa, Argynnis, Erebia, Pararge. Epineptele, Cœnonympta, Hesperia, Sphinx, Macroglossa, Smerinthus, Sesia, Zygæna, Setina, Spilosoma, Hepialus, Cossus, Gastropacta, Aglia, Notodonta, Pygæra, Acronycta, Agrotis, Hypena, Euclidia, Geometra, Bapta, Ematurga, Bupalus, Cidaria, Scoria.* Tous les Macrolépidoptères que j'ai disséqués possèdent six tubes de Malpighi, avec quelques variétés quant au mode de la ramification, à la présence ou l'absence de la soi-disant vessie urinaire, etc. Les vaisseaux malpighiens de quelques Sphingides (*Macroglossa fusiformis*, par exemple) portent beaucoup de petits rameaux, qui les rendent presque plumeux; ces rameaux peuvent être considérés comme résultat de varicosités excessivement développées.

» En résumant les recherches que je viens d'exposer, nous pouvons éta-

blir trois types de vaisseaux malpighiens chez les Lépidoptères, si on laisse hors de question les formes comme celle de *Tinea misella*, et si la forme à quatre vaisseaux malpighiens n'existe pas en réalité. Ces types sont les suivants :

» 1° Le type à six vaisseaux malpighiens, le plus fréquent. On peut le nommer le *type normal* ou *définitif*.

» 2° Le type à deux vaisseaux malpighiens, que j'ai trouvé chez trois espèces : *Tineola biselliella*, Humm., *Tinea pellionella*, L., et *Blabophanes rusticella*, Hb. Je nomme ce type le *type embryonnaire* ou *atavique*.

» 3° Le type dont les vaisseaux malpighiens forment de chaque côté un arbre fortement ramifié, comme chez *Galleria cereana*, L. Je regarde ce type comme *anormal*. »

ZOOLOGIE. — *Complément de l'histoire du* Chaitophorus aceris *Fabricius* (sub Aphis). Note de M. J. **Lichtenstein.**

« Dans les *Comptes rendus* du 17 juin 1867, MM. Balbiani et Signoret ont donné l'histoire du *Puceron brun de l'Érable*. Ces observateurs n'ont suivi que la moitié de l'évolution biologique de cet insecte; M. Ritsema, à Leiden, et M. Buckton, en Angleterre, ont ajouté quelques détails à ceux qu'avaient fournis les savants français : je puis aujourd'hui donner la série complète des curieuses métamorphoses de cet animal [1].

» Les œufs du *Chaitophorus aceris*, cachés pendant l'hiver sous les bourgeons ou dans les fentes de l'écorce de l'Érable (ici c'est sur l'*Acer monspessulanum*, L.), éclosent dès les premiers jours de mars; ils fournissent une fausse femelle du *Pseudogyne* aptère, qui, sans le concours du sexe mâle, pond, après quatre mues de cinq à six jours chacune, soit après vingt ou vingt-cinq jours, de jeunes Pucerons, dont une partie acquiert des ailes, et qui se répandent soit à proximité, soit à distance, selon leurs facultés de locomotion, sur les Érables des environs. Cette seconde phase, à laquelle j'ai donné le nom de *Pseudogyne émigrante*, est agame comme celle qui l'a précédée, subit quatre mues comme elle et produit, non pas

---

(1) Je suis étonné qu'en 1867 mes devanciers aient encore employé le vieux nom de genre linnéen *Aphis*, pour un insecte qui, depuis trente ans (Koch, 1857), a été rangé dans le genre *Chaitophorus*, adopté par tous les auteurs contemporains, Passerini, Buckton, Ritsema, Kessler, Witlaczil, etc., etc.

seulement deux, mais trois formes différentes de Pucerons : l'une semblable à elle-même, la seconde garnie de longs poils, la troisième ornée de folioles sur son pourtour.....

» Tout cela, MM. Balbiani et Signoret l'ont dit, au moins en partie, car c'est surtout de ces dernières formes qu'ils se sont occupés. Ils avouent n'avoir pu les suivre et se demandent quelle est la signification de ces individus anormaux de l'*Aphis aceris*, dépourvus de la faculté de se reproduire.

» En appliquant à ces insectes ma théorie de l'évolution biologique des Pucerons, cette troisième phase devait être encore une pseudogyne, et je devais arriver, en la suivant patiemment, à obtenir des sexués. C'est ce qui a eu lieu, mais pas aussi rapidement que je le pensais.

» Tout d'abord, les Pucerons, qui étaient semblables à leur auteur, ont grossi normalement; après les vingt jours, ils m'ont donné des pontes d'embryons garnis de longs poils, tout semblables à ceux que j'avais obtenus dans la ponte précédente. La forme à folioles, observée par les entomologistes de Paris et du Nord, manquait ici à Montpellier, sur l'Érable que j'observais. Mais, à partir de fin mai ou premiers jours de juin, toutes les formes normales avaient disparu et je n'avais plus que les embryons réunis en groupe sur les feuilles, comme les a figurés Réaumur dans le tome III de ses Mémoires.

» Juin, juillet et août étaient passés, sans que mes élèves eussent grossi ou bougé; dans les premiers jours de septembre, les feuilles commençaient à tomber, ce qui devenait gênant pour suivre mes observations. Heureusement j'observai que mes petites bestioles pouvaient très bien, quand la feuille tombée cessait de leur fournir un aliment, l'abandonner et aller chercher fortune ailleurs. Je profitai de cette observation pour transporter ces embryons d'une feuille jaune à une feuille verte, en piquant, avec une épingle, la feuille flétrie à la feuille fraîche. Quelques heures après, tous mes Pucerons se retrouvaient fixés sur cette dernière.

» C'est ainsi que j'eus le plaisir, en arrivant au 12 septembre, de voir sous mes yeux la peau de ces embryons poilus se fendre et me livrer de nouveau un Puceron de forme normale, d'un jaune clair uniforme, qui grossit très vite et commença, dès les premiers jours d'octobre, à pondre des jeunes de dimension différente. Plus petits et plus élancés que tous leurs prédécesseurs, ces insectes, verts d'abord, puis devenant brun noir, couraient sur les rameaux de l'Érable et me donnèrent la preuve que j'avais sous les yeux les deux sexes, car les accouplements étaient fréquents, le même mâle fécondant évidemment plusieurs femelles.

» Mais ce n'est pas tout : poussant le polymorphisme à l'extrême, je vois, parmi les nombreux mâles aptères, quelques mâles qui sont ailés, et, de même que nous avons vu la seconde phase composée de *Pseudogynes émigrantes* en partie ailées, en partie aptères, nous assistons ici à une production de mâles aptères, pour féconder les femelles qui sont sur le même arbre, et de mâles ailés pouvant aller au loin chercher les femelles qui se sont laissées choir ou que le vent a emportées.

» Peu de temps après l'accouplement, la femelle pond, sous les bourgeons ou dans les fissures de l'écorce des Érables, ses œufs, jaune clair d'abord, mais bientôt d'un noir vernissé brillant : ce sont ces œufs qui éclosent au printemps et fournissent la *Pseudogyne* fondatrice de la colonie. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les caractères d'une Conifère tertiaire, voisine des Dammarées* (Doliostrobus Sternbergi). Note de **M. A.-F. Marion**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Le bassin tertiaire d'Alais contient, dans sa partie moyenne, une flore fossile, déjà signalée par Emilien Dumas et dont la position est exactement déterminée entre les assises à *Paloplotherium minus*, *Adapis parisiensis* d'une part, et les grès à *Anthracotherium* de l'autre, c'est-à-dire à peu près sur l'horizon des flores des Camoins, de Saint-Jean-de-Garguier et de Saint-Zacharie, dans le bassin de Marseille, plus récentes d'un degré que celle des gypses oligocènes d'Aix en Provence. J'ai pu, grâce à l'intervention de M. l'ingénieur Dhombre et au zèle éclairé de MM. Pouthier, Saunier et Meuse, du service de la construction de la Cie P.-L.-M., réunir au Muséum de Marseille un nombre considérable d'empreintes végétales des terrains du Gard, découvertes à Célas et à Monteils. Ces plantes fossiles seront décrites en détail, ainsi que les Vertébrés et les Insectes qui leur sont associés; je ne veux m'occuper ici que d'une seule espèce de ce gisement, une Conifère, l'*Araucarites Sternbergi*, Goepp., faussement attribuée par Heer au genre *Sequoia* et rapportée de nouveau par Gardner aux *Araucaria* proprement dits. Les organes de tous genres que j'ai sous les yeux me permettent de reconstituer ce végétal et de définir sa nature réelle plus exactement qu'on n'avait pu le faire jusqu'ici.

Les rameaux de cette Conifère couvrent, à Célas, les dalles d'une certaine couche, presque à l'exclusion de toute autre espèce. Ils sont souvent de

grande taille, assez complets, et tels qu'ils semblent s'être détachés autrefois par un phénomène naturel de végétation. Ils portent les feuilles en crochets trigones caractéristiques; mais, à côté du type ordinaire, on observe des branches dont les appendices prennent, en s'allongeant, la forme en aiguille droite ou à peine recourbée à l'extrémité. Ces deux sortes de rameaux sont toujours associées; je ne pense pas qu'elles indiquent deux espèces distinctes. Elles dénotent à mon avis, pour la plante fossile, un polymorphisme des appendices semblable, par exemple, à celui que possède le *Cryptomeria japonica*, dont la race portant des feuilles minces et longues, appelée dans les jardins *Cryptomeria elegans*, reproduit assez exactement la variation que je signale. D'ailleurs, le port et l'aspect général de l'*Araucarites Sternbergi* ont dû se rapprocher beaucoup de ceux du *Cryptomeria*, plus encore que du *Sequoia gigantea* et des *Araucaria* de la section *Eutacta*. Cette ressemblance ne tenait pas seulement à la forme et à la disposition des feuilles, elle devait résulter surtout de la ramification des axes; mais il faut immédiatement remarquer que ces analogies n'entraînent pas une parenté directe et ne peuvent déterminer la place systématique de la plante fossile. L'existence des appareils reproducteurs vient heureusement nous fixer d'une manière plus certaine.

» Les chatons mâles étaient axillaires, réunis en petites touffes vers le sommet des rameaux, et leur emplacement est encore reconnaissable, après leur chute, par suite de l'écartement des feuilles à l'aisselle desquelles ils étaient insérés. Les strobiles, par contre, étaient absolument terminaux. Ces cônes femelles atteignaient, à leur entier développement, une longueur moyenne de $0^{m},04$. Ils portaient un nombre assez considérable d'écailles, reproduisant assez bien la structure des organes des *Araucaria*, c'est-à-dire qu'elles étaient terminées, au-dessus d'un corps cunéiforme, par un mucron mince et assez aigu, long de 5^{mm} à 6^{mm}. Ces écailles étaient caduques. On les trouve, en effet, éparses en grand nombre dans la couche, pêle-mêle avec les rameaux, et l'on a pu reconnaître, outre quelques cônes absolument intacts, détachés accidentellement de l'arbre avant maturité, de vieux axes entièrement dépouillés de leurs écailles, ou n'en présentant plus que quelques-unes dans la partie supérieure du strobile.

» Jusqu'ici, à l'exception de la disposition axile des chatons mâles, les caractères répondent assez bien à ceux des *Araucaria*; mais, tandis que dans ce genre la graine, unique, est intimement soudée avec la bractée, chez la plante fossile, cette graine était libre comme dans les *Dammara*, et portait,

encore, à l'exemple de ces dernières Conifères, une aile unilatérale très développée. Ces particularités suffisent pour créer un genre distinct, auquel je donne le nom de *Doliostrobus*.

» Les *Doliostrobus* avaient, avec un système végétatif bien différent de celui des *Dammara*, des chatons mâles axillaires, des strobiles à écailles caduques, enfin des graines libres et munies d'une aile latérale comme les *Dammara*.

» Cette diagnose devient particulièrement intéressante si on la rapproche de celles de certaines Conifères anciennes. Les *Doliostrobus* nous apparaissent alors comme le dernier prolongement des *Pachyphyllum* jurassiques, dont ils portaient à la fois le feuillage et les cônes. Ce groupe des Pachyphyllées offrait des caractères intermédiaires entre les *Araucaria* et les *Dammara* et devait se rattacher à la même souche que ces deux genres. Il a eu, en tous cas, une destinée différente, car, tandis que les *Araucaria* et les *Dammara* quittaient l'Europe vers la fin de la période crétacée, mais se perpétuaient en se propageant vers l'hémisphère austral, les Pachyphyllées, représentées au temps de la craie par les *Cyparïssidium*, persistaient en Europe, à l'époque tertiaire, avec le genre *Doliostrobus*, sans toutefois se prolonger jusque dans les flores actuelles. Je crois pouvoir ajouter néanmoins que les *Doliostrobus* ne se sont pas éteints avec la période oligocène. Diverses empreintes recueillies en Cerdagne, près de Bellver, province de Lerida, par M. Rerolle, dans des couches mio-pliocènes, me paraissent se rapporter à une espèce nouvelle de *Doliostrobus* (*D. Rerollei*). Les rameaux sont seulement un peu plus touffus et les feuilles un peu plus larges que chez le *D. Sternbergi*, mais l'écaille isolée, trouvée associée à ces branches, diffère absolument de l'espèce oligocène. Elle est bien plus grande (longueur $0^{m},04$, largeur 25^{mm}), plus régulièrement ovoïde, et son bord supérieur libre n'a plus qu'un rudiment de mucron, rappelant encore mieux par ce caractère les organes des *Dammara*. La place de la graine est reconnaissable sur cette écaille, mais la graine s'est détachée, de telle sorte que tous les caractères des *Doliostrobus* se retrouvent dans ces empreintes, qui prolongent ainsi l'existence de ce genre de plantes jusqu'à la période pliocène. »

GÉOLOGIE. — *Sur une grande oscillation des mers crétacées en Provence.* Note de M. L. Collot, présentée par M. Hébert.

« Pendant la période crétacée, des sédiments importants se sont répartis, d'une part, dans les Bouches-du-Rhône et la partie adjacente du Var, d'autre part, dans les Alpes-Maritimes. La partie centrale du Var, comprise entre Antibes, Grasse, Draguignan, Aups, Régusse, Barjols, Cotignac, Lorgues, le Luc, Collobrières, n'a vraisemblablement reçu aucun dépôt des mers crétacées. J'ai réussi, par une étude détaillée de la région, à fixer l'extension variable des dépôts crétacés des diverses époques le long du bord occidental de cette barrière.

La formation jurassique se termine par des calcaires lithographiques blanchâtres exploités à Pourrières. Dans les derniers bancs de cette localité, des perforations de lithophages annoncent déjà des eaux devenues moins profondes. Coquand a signalé à Vaufrège des perforations qui marqueraient la séparation du jurassique et du valangien. Enfin j'ai vu des lithophages dans le valangien lui-même, près de la station d'Auriol. Dans l'épaisseur du néocomien proprement dit, j'en ai observé de très nets dans la montagne de Garlaban, entre Auriol et Allauch. Aussi, le néocomien ne dépasse-t-il guère ce point à l'est, et il manque dans la partie orientale de ce chaînon. Il y a retrait par rapport au valangien, qui va jusqu'à la station d'Auriol. Une ligne qu'aucun dépôt néocomien ne franchit vers l'est peut être tracée par Régusse, la Verdière, Esparron-de-Pallières, Ollières, Trets, Belcodène, Roquevaire, le Plan-d'Aups, Nans, Méounes, Solliès, Hyères.

» Le voisinage de cette ligne ne nous offre que des dépôts côtiers à *Echinospatagus* et Bivalves.

» La limite de l'urgonien est plus resserrée que celle du néocomien : elle passe par Mallemort, Lambesc, Éguilles, Aix, pour rejoindre la ligne précédente vers le Plan-d'Aups.

» L'aptien et le gault rétrogradent partout au sud de la rivière de Lar; ils s'étendent à l'est jusqu'à Mimet et Peypin, mais sont exclus du territoire d'Allauch.

» Le cénomanien existe aux Martigues, aussi bien qu'à la Bédoule et au Beausset, mais il n'atteint pas les points extrêmes que j'ai signalés pour le gault dans la direction nord-est : je n'ai pu constater qu'une minime épaisseur de cet étage à Simiane, et rien au delà.

» Le turonien à *Radiolites cornupastoris* se tient à peu près dans les mêmes limites.

» Là se termine la phase *régressive* de la sédimentation, et une nouvelle série, dont tous les termes sont *transgressifs*, commence.

» Au pied de la chaîne qui court est-ouest d'Aix à Saint-Chamas, par Éguilles, on voit le calcaire à Réquiénies limité supérieurement par une surface perforée, sur laquelle repose une faible épaisseur de calcaire à *Hippurites organisans* et *H. cornuvaccinum* (deuxième niveau à Hippurites). Toutes les couches intermédiaires manquent. Les dépôts envahissent à ce moment à peu près toute la vallée de Lar, tandis que l'aptien, le cénomanien sont confinés dans le sud.

» Dans la direction de l'est, le phénomène d'invasion est très remarquable. Dans l'ouest de Garlaban, sur Allauch, la succession des assises est la suivante :

» 1° Calcaire valangien à *Natica Leviathan* et Nérinées;

» 2° Marne néocomienne à *Ostræa Couloni* et calcaire à silex;

» 3° Calcaire rouge, lumachelle, à Foraminifères et débris d'Échinides;

» 4° Calcaire à Hippurites.

» Il y a là une lacune importante, car les calcaires rouges, partout où ils existent, se lient intimement aux calcaires à Hippurites, alternent quelquefois avec eux, et à Martigues se montrent supérieurs aux grès, qui, eux-mêmes, surmontent le *Radiolites cornupastoris*. Donc, à Allauch, le système à Hippurites repose déjà sur le néocomien. Avant d'atteindre l'extrémité est de la montagne, la lacune s'agrandit et les mêmes calcaires rouges reposent sur le valangien. Enfin, quelques kilomètres encore à l'est, dans la montagne de Regagnas, il n'y a plus de calcaires rouges et les calcaires à Hippurites sont directement supportés par le calcaire blanc jurassique supérieur.

» La surface de contact est perforée et enduite d'une patine de limonite. Un témoin de la même superposition est resté dans l'Olympe (aux Pons) et elle se reproduit tout le long du bord septentrional du Plan-d'Aups et dans le prolongement du calcaire à Hippurites vers Mazaugues et jusqu'à Brignolles. Dans ce fond oriental du golfe, les calcaires à Hippurites alternent plusieurs fois avec des marnes et sables très puissants, quelquefois semés de jayet. Ce sont des signes non équivoques du voisinage de la terre ferme et probablement d'une embouchure de rivière.

» Les dépôts lacustres qui succèdent aux Hippurites sont encore plus étendus qu'eux, notamment dans la direction nord. A Pourrières, à Ol-

lières, au Val, on trouve déjà, sur le jurassique, les couches lacustres les plus anciennes, celles qui supportent les lignites de Fuveau. Il faut atteindre l'étage de Rognac, notablement supérieur à ces mêmes lignites, pour voir les sédiments crétacés s'étendre aux deux revers des Alpines et des collines de Rogues, ainsi qu'entre Jonques et Rians. La Durance est même dépassée, à Mérindol et vers Pertuis. Dans la direction de l'est, Salernes, Aups sont envahis. Entre Moissac et Aups, les matériaux détritiques sont assez grossiers pour qu'on reconnaisse aisément leur provenance. Les cailloux roulés de granulite et de pegmatite des Maures et de porphyre rouge de l'Esterel témoignent de l'existence d'une rivière venue de l'est.

» En résumé, il y avait à l'est et au nord de la mer crétacée de la basse Provence une terre ferme dont les Maures et l'Esterel faisaient partie. Cette terre a augmenté de largeur aux dépens de la mer crétacée jusqu'à l'époque turonienne. Au contraire, pendant le dépôt du crétacé supérieur, elle a été graduellement envahie. L'empiétement a augmenté lorsque le golfe marin s'était déjà transformé en lac d'eau douce. Jamais, toutefois, la submersion n'a été totale. Un isthme a subsisté toujours, à partir de la craie moyenne, entre la mer crétacée *alpine* et celle de la région *rhodano-méditerranéenne*. L'axe de cet isthme passait à peu près par Fayence, Comps, Moustiers. Ainsi s'expliquent des différences profondes. Il n'y a pas, au-dessus de l'urgonien, un seul rudiste du côté est de cette barrière, fait judicieusement remarqué par M. Hébert comparant le cénomanien d'Escragnolles avec celui de la Bédoule. Le sénonien du Vercors, des Hautes et des Basses-Alpes, des Alpes-Maritimes, se sépare nettement, par les caractères négatifs de sa faune, des couches de même âge du bassin rhodanien. Il rappelle au contraire celui du nord de l'Europe.

» La même barrière a joué un rôle aussi capital dans la géographie du tertiaire ancien. La mer nummulitique a séjourné dans la région des Alpes, tandis que des lacs d'eau douce, faisant suite à celui qui a vu la fin de la période crétacée, régnaient sans partage dans la région *rhodano-méditerranéenne*. »

GÉOLOGIE. — *Sur les calcaires à Echinides de Stramberg* (*Moravie*). Note de M. G. Cotteau, présentée par M. Hébert.

« Les calcaires de Stramberg, dans les monts Karpathes, sont très intéressants à étudier au point de vue stratigraphique et paléontologique.

Grâce aux exemplaires qui m'ont été communiqués par le Musée de Munich, par le Geologische Reichsanstalt, et à ceux que M. Hébert a rapportés de cette région et qu'il a bien voulu me confier, je viens de décrire et de faire figurer les Echinides assez nombreux qu'on y rencontre.

» J'ai pu déterminer vingt-huit espèces réparties en quinze genres et appartenant à huit familles distinctes. Cette abondance de genres imprime une variété remarquable à la faune échinitique des calcaires de Stramberg.

» Sur ces vingt-huit espèces, cinq seulement sont nouvelles et signalées pour la première fois : *Cidaris strambergensis, C. gibbosa, C. subpunctata, C. Sturi* et *Hemicidaris Zitteli*. Cette dernière espèce se retrouve dans le terrain jurassique de l'Hérault, à un niveau à peu près identique, mais elle n'a encore été ni décrite ni figurée.

» Vingt-trois espèces étaient déjà connues et avaient été indiquées en Europe et en Algérie, dans d'autres gisements; dix-huit notamment se trouvent dans les étages corallien et kimméridgien, et par le nom de *corallien* nous entendons ce vaste ensemble de couches compris entre l'étage oxfordien et l'étage kimméridgien. Quelques-unes de ces espèces sont assurément les plus répandues et les plus caractéristiques de ce puissant étage corallien ; il suffit de citer les *Cidaris Blumenbachi, propinqua* et *marginata*, les *Hemicidaris Agassizi* et *crenularis*, l'*Acrocidaris nobilis*, le *Pedina sublævis*, le *Stomechinus perlatus*, pour établir combien sont étroits les rapports qui unissent les couches de Stramberg, c'est-à-dire les calcaires blancs et compacts à Echinides, avec les dépôts jurassiques supérieurs de France et de Suisse. C'est un fait à noter, que presque toutes les espèces coralliennes qu'on rencontre à Stramberg sont précisément celles qui ont eu le plus de durée dans les âges précédents. Le *Pseudodesorella Orbignyi*, par exemple, commence à se montrer dans l'étage corallien inférieur, où il a été signalé pour la première fois; il persiste dans le corallien supérieur, remonte jusque dans l'étage kimméridgien et atteint son maximum de développement dans les calcaires de Stramberg. La durée du *Pedina sublævis* est plus longue encore. Cette espèce fait son apparition dans l'étage oxfordien et même dans l'étage callovien; elle abonde dans les calcaires à chailles, dans le corallien inférieur, dans le corallien moyen et supérieur, dans l'étage kimméridgien, et est très nombreuse dans les couches de Stramberg. Il en est de même ou à peu près de l'*Holectypus corallinus*, de l'*Acrocidaris nobilis*, du *Stomechinus perlatus*.

» En résumé, l'étude des Échinides nous conduit à ce résultat, que les

calcaires à Échinides de Stramberg représentent la partie supérieure du terrain jurassique et renferment, associées dans une couche relativement de peu d'épaisseur, des espèces qui se sont développées, dans d'autres localités, à des niveaux très variables, mais surtout dans le groupe appelé *étage corallien* d'Orbigny.

» Parmi ces espèces, quelques-unes méritent de fixer l'attention. Nous citerons le *Pseudodesorella Orbignyi*, très rare dans toutes les localités où sa présence avait été constatée et cependant assez commune à Stramberg, type remarquable par sa forme générale, sensiblement plus large que longue, arrondie en avant, subanguleuse en arrière par son périprocte très étendu, piriforme, placé dans un sillon profond; le *Pyrina icaunensis*, espèce plus rare encore, représentée dans les calcaires de Stramberg, par un assez grand nombre d'échantillons dont quelques-uns sont de taille beaucoup plus forte que ceux de France et de Suisse; le *Cidaris glandifera*, espèce essentiellement jurassique, qui nous a offert, en même temps que quelques tests assez mal conservés, des radioles très abondants, longtemps confondus par les auteurs avec d'autres radioles dont la forme est très voisine, mais qu'on rencontre en Palestine, à un niveau tout différent, dans l'étage cénomanien, auxquels M. Fraas a restitué avec raison le nom très ancien de *Cidaris glandaria;* le *Cidaris carinifera*, d'une extrême rareté en dehors des calcaires de Stramberg, où les radioles sont communs et diffèrent un peu de ceux que nous connaissons par leur grande taille, par leur tige très renflée, fortement acuminée au sommet, ornée de côtes nombreuses et serrées; le *Rhabdocidaris maxima,* l'un des plus beaux types du genre *Rhabdocidaris* et qui se distinguera toujours facilement à sa grande taille, à ses aires ambulacraires planes, à ses tubercules interambulacraires écartés, superficiels, toujours développés, à sa zone miliaire peu étendue, couverte de granules fins, serrés, homogènes; le *Stomechinus perlatus,* si fréquent en France et en Suisse, dans les calcaires à chailles et les couches inférieures de l'étage corallien, et que nous retrouvons à Stramberg avec ses diverses variétés, tantôt renflé, élevé, subconique (*Echinus perlatus*), tantôt moins épais, subhémisphérique, un peu déprimé (*Echinus lineatus*), quelquefois globuleux, arrondi et de très fortes dimensions.

» Le petit nombre des espèces nouvelles d'Échinides rencontrés dans les calcaires de Stramberg est à signaler : cinq seulement sur vingt-huit. En ce qui concerne les Céphalopodes, les Gastéropodes, les Acéphales, décrits par MM. Zittel et Boehm, il en est tout différemment, et le nombre des espèces nouvelles, propres jusqu'ici à l'horizon géologique des couches de

Stramberg, est beaucoup plus considérable que celui des espèces déjà connues. »

M. **Hébert**, à la suite de cette Communication, fait observer que les calcaires à Céphalopodes de Stramberg, ainsi qu'il croit l'avoir démontré, constituent un massif complètement distinct des calcaires à Échinides, et d'un âge postérieur. Ces deux massifs sont en contact à Stramberg par suite d'un accident stratigraphique. Presque partout ailleurs, ils sont isolés et contiennent chacun leur faune spéciale.

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation de la couronne solaire en Algérie.* Extrait d'une Lettre de M. **E. Fuchs** à M. A. Cornu.

« ... Je vous envoie un petit croquis bien informe (mais que je ne veux pas retoucher de mémoire, de crainte d'en altérer la fidélité), qui vous montre un fragment de spectre solaire, au milieu de la couronne bistrée, que j'ai observé et dessiné dans la plaine de la Métidja (Algérie), le 31 octobre 1884, à $7^h 15^m$ du matin.

» Les couleurs ont disparu dès que le Soleil a été un peu au-dessus de l'horizon.

» Le fragment de spectre, visible entre deux nuages au milieu de la couronne, était à 20° au-dessus de l'horizon et plus haut que le Soleil.

» J'ajoute que, pendant tout mon séjour, la couronne était plus visible le matin que le soir (entre Tenez et Cherchell). Je l'ai vue distinctement aussi en mer, au moins à l'aller, car nous avons eu un temps atroce en revenant. Enfin elle m'a paru exceptionnellement belle entre Valence et Orange, le lundi 3 novembre, de 3^h à 5^h du soir..... Sur le petit fragment de spectre (qui s'arrêtait au jaune verdâtre), le rouge était tourné vers le Soleil.... »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation d'un bolide, le 3 novembre 1884;* par M. **Ch. Dufour**.

« Le 3 novembre 1884, à $9^h 35^m$ du soir, temps moyen de Berne, ou $9^h 15^m$, temps moyen de Paris, j'ai observé, de Morges, situé par 46° 30′ de latitude nord et 4° 9′ de longitude est de Paris, un superbe bolide, qui s'est

abaissé obliquement en se rapprochant du nord, et qui a disparu à l'horizon du côté de l'ouest. Il brillait comme une chandelle romaine, mais son apparition a été de très courte durée.

» Le clair de lune empêchait de distinguer, dans son voisinage, quelque corps céleste auquel il fût possible de le rapporter. Mais le point où il disparut à l'ouest avait un azimut de 120°, compté à partir du nord en passant par l'ouest.

» J'apprends par les journaux de Paris que le même soir, un peu après 9^h, un magnifique bolide a été observé en quelques points de la France, entre autres à Châtellerault et à Orthez. D'après l'heure, et d'après la direction où on l'a vu, il est probable que c'est le même bolide que celui que j'ai observé de Morges. »

M. Ch. Rabot adresse, par l'entremise de M. Daubrée, une Note sur un bolide qu'il a observé le 21 septembre dans la Laponie russe, et qui a éclaté comme une fusée aux deux tiers de sa trajectoire.

M. Ed. Cazeaux adresse, de Bir-Kasdali (Algérie), un Mémoire intitulé : « Des forces naturelles et de la nature de l'électricité ».

La séance est levée à 4 heures un quart. J. J.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 novembre 1884.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce; t. CXI. Paris, Imp. nationale, 1884; in-4°.

Direction générale des Douanes. Tableau général du Commerce de la France avec ses Colonies et les Puissances étrangères pendant l'année 1883. Paris, Imp. nationale, 1884; in-4°.

Mémoires et Bulletins de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux; 3e et 4e fascicules, 1883. Paris, G. Masson; Bordeaux, Féret, 1884; in-8°.

Recherches expérimentales sur l'excitabilité électrique des circonvolutions

cérébrales et sur la période d'excitation latente du cerveau; par le Dr H. de Varigny. Paris, F. Alcan, 1884; br. in-8°. (Présenté par M. Vulpian pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Du pansement ouaté; par Alph. Guérin. Paris, J.-B. Baillière, 1885; in-12.

Note sur la ventouse abdominale du Liparis barbatus; *par* M. M. Stuckens. Bruxelles, F. Hayez, 1884; br. in-8°.

Les accumulateurs électriques et la mécanique de l'électrolyse; par A. Bandsept. Paris, Michelet, sans date; br. in-8°.

Recherches sur la mort du comte de Chambord, etc.; par le Dr Rézard de Wouves. Paris, Dentu, 1884; br. in-8°.

Le système de Saturne. Détermination des dimensions et des anneaux de la planète, des orbites de six satellites et de la masse de Saturne; par M. W. Meyer. Genève, H. Georg, 1884; in-4°. (*Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève.*)

Les dérivés ammoniacaux des sels d'argent; par A. Reychler. Berlin, R. Friedländer; Bruxelles, Lebègue, 1884; in-8°.

Sulle opere di bonificazione della plaga litoranea dell'agro romano che comprende le paludi e gli stagni di Ostia, Porto, Maccarese e delle terre vallive di Stracciacappa, Baccano, Pantano, Lago dei Tartari; per G. Amenduni. Roma, tipogr. E. Botta, 1884; in-4°, avec atlas in-f°.

G. Zanon. *Analisi delle ipotesi fisiche;* Venezia, tipogr. L. Tondelli, 1885; in-8°.

Nuova dottrina sulla genesi del nostro sistema solare, esposta dal Dr C. Guerra. Alessandria, 1884; in-12.

Meddelelser om Grönland udgivne of Commissionen for Ledelsen af de geologiske og geographiske Undersogelser i Grönland; 2, 3, 4, 5, 6 Hefte. Kjobenhavn, 1880-1883; 5 vol. in-8°.

Flora fossilis Grönlandica. Af bildninger af Grönlands fossile Flora ved Dr Oswald Heer. Kjobenbavn, 1883; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 27 octobre 1884.)

Page 697, ligne 20 en remontant, *au lieu de* t. XCVII, *lisez* t. LXXXVII.

(Séance du 3 novembre 1884).

Page 746, lignes 13 et 14, *au lieu de* rentrer x fois le terme $\frac{1}{2}$ sous le signe..., *lisez* rentrer λ fois le terme $\frac{1}{2}$ sous le signe...

Même page, ligne 15, *au lieu de*

$$\sum \frac{(x-\alpha)+i(y-\beta)}{(x-\alpha)^2+(y-\beta)^2}, \textit{ lisez } \sum \frac{(x-\alpha)-i(y-\beta)}{(x-\alpha)^2+(y-\beta)^2}.$$

Même page, dernière ligne, *supprimez les trois mots* changée de signe.